Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Copulation und Spermatophoren von Grylliden und Locustiden.

II.

Von

Prof. Dr. **Ulrich Gerhardt**, Breslau.

Mit Tafel 1—3 und 7 Abbildungen im Text.

Im Sommer und Herbst 1913 hatte ich Gelegenheit, meine Studien über Copulation und Spermatophoren von Grylliden und Locustiden, deren erster Teil in dieser Zeitschrift [1]) erschienen ist, an einem verhältnismäßig reichen Material zu ergänzen. Ein Teil dieses Materials, aus den Familien der Meconemini, Locustini und Decticini wurde in Breslau und in Hökendorf, Pommern, gewonnen, ein anderer, größerer, der sich aus Mitgliedern der Phaneropterini, Conocephalini, Ephippigerini und Decticini unter den Locustiden sowie der Gattung *Oecanthus* unter den Grylliden zusammensetzte, bei einem 14tägigen Aufenthalt an der Zoologischen Station in Rovigno, Istrien gesammelt. Außer der näheren Umgebung Rovignos wurde die Umgegend des Monte Maggiore abgesucht. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Kollegen Krumbach und dem Assistenten der Station, Herrn Dr. Kraft, für liebenswürdiges Entgegenkommen und für größtmögliche Förderung meiner Bestrebungen hier herzlich zu danken.

1) Zool. Jahrb., Vol. 35, Syst., 1913, p. 415—532.

Zu Dank verpflichtet bin ich ferner Herrn Kollegen Pax und Herrn Präparator Pohl, die mir mit gewohnter Gefälligkeit bei der Herstellung der Tafeln geholfen haben, sodann Fräulein Helene Limpricht, die ihre bewährte Kraft wieder in den Dienst meiner Arbeit gestellt hat.

Noch während des Druckes meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand ist Boldyrev's bereits vorher angekündigte ausführliche Arbeit „Das Liebeswerben und die Spermatophoren bei einigen Locustodeen und Gryllodeen“ [1]), erschienen. Es wurden von diesem Autor Copulationen von *Gryllus domesticus*, *Gr. desertus*, ferner Spermatophoren von *Oecanthus pellucens* unter den Gryllodeen, die Copulation von *Decticus albifrons*, *D. verrucivorus* und *Platycleis roeseli*, Spermatophoren von *Olynthoscelis pontica* (Decticide), *Locusta cantans* und *Tylopsis thymifolia* beobachtet. Ganz besonders wertvoll sind die schematischen Abbildungen, die dieser Autor von den Spermatophoren der einzelnen Typen gibt. Auf seine Befunde wird im Einzelfalle bei der Besprechung meiner Ergebnisse einzugehen sein, die sich naturgemäß mit den seinen in den meisten Punkten decken müssen.

Meine Erfahrungen des letzten Jahres lehren, daß bei einem größeren Material neue Befunde zutage kommen, denen gegenüber eine Revision des gefaßten Urteiles zuweilen notwendig wird. Es waren vor allem die Befunde an Meconemiden und Conocephaliden, die wesentliche Modifikationen des bisher kennen Gelernten bedeuteten. Meinen bereits veröffentlichten Beobachtungen an *Decticus verrucivorus* habe ich einige Additamente beizufügen, die an einem relativ reichlichem Material gefangener Tiere gewonnen wurden.

Material.

Alles in allem habe ich bisher Copulation und Spermatophoren folgender Grylliden und Locustiden untersucht (die bereits im ersten Teil dieser Abhandlung beschriebenen Formen sind mit * bezeichnet).

Subfam.	I. Gryllidae.
Gryllini	1. *Liogryllus campestris* L. 2. **Gryllus domesticus* L. 3. **Nemobius sylvestris* Fabr.

1) In: Horae Soc. entomol. Rossicae, Vol. 40, No. 6, p. 1—54, 1913.

Subfam.	
Oecanthini	4. *Oecanthus pellucens* Scop.
Gryllotalpini	5. **Gryllotalpa vulgaris* L.

II. Locustidae.

Phaneropterini	1. **Leptophyes punctatissima* Bosc
	2. *Leptophyes bosci* Fieb.
	3. **Phaneroptera falcata* Scop.
	4. *Phaneroptera quadripunctata* Br.
	5. *Tylopsis liliifolia* Fab.
Meconemini	6. *Meconema varium* Fab.
Conocephalini	7. *Conocephalus mandibularis* Charp.
	8. *Xiphidium fuscum* Fabr.
Locustini	9. *Locusta caudata* Charp.
	10. *Locusta viridissima* L.
Decticini	11. **Decticus verrucivorus* L.
	12. **Platycleis grisea* Fabr.
	13. **Platycleis roeseli* Hagenb.
	14. *Thamnotrizon cinereus* L.
	15. *Rhacocleis discrepans* Fieb.
Ephippigerini	16. *Ephippigera limbata* Fisch.
Stenopelmatini	17. **Diestrammena marmorata* de Haan.

Zur Vergleichung wurden außerdem noch Spermatophoren der Mantiden *Mantis religiosa* L. und *Ameles decolor* Charp. untersucht.

Fast alle Beobachtungen wurden an gefangenen Tieren angestellt. Es ist bei den meisten Grylliden und Locustiden leicht, sie zur Copulation zu bringen, wenn man erst ihre Lebensgewohnheiten soweit kennt, daß man die Tageszeit weiß, zu der sie zu copulieren pflegen. Nur bei zwei Species ist es mir trotz reichlichen Materials nicht gelungen, Copulationen zu erzielen, nämlich bei der Stenopelmatide *Troglophilus neglectus*, von der mir Herr Revierförster Haucke in Planina, Krain, in liebenswürdigster Weise wiederholt erwachsene Exemplare schickte, und bei *Locusta cantans* Füssly.

Bei manchen Species, wie bei *Gryllotalpa*, *Meconema*, dürfte eine Beobachtung des Sexuallebens im Freien schlechterdings unmöglich sein. Bei vielen anderen ist sie mindestens außerordentlich zeitraubend.

Bei der Konservierung der Spermatophoren bin ich bei Locustiden neuerdings mit gutem Erfolge so verfahren, daß ich das Weibchen mit der Spermatophore einige Sekunden in Carnoy'sche Flüssigkeit eintauchte und dann rasch in 4% Formol brachte. Auf die Art habe ich so gut wie keine Schrumpfung bekommen, und

außerdem hat sie den Vorteil, daß das Tier rasch bewegungslos wird und sich nicht durch Strampeln eines Teiles der Spermatophore entledigen kann, wie das bei Fixierung nur in Formol sehr leicht vorkommen kann. Den genaueren Bau der Spermatophore studiert man außer an Medianschnitten am besten an in Xylol aufgehellten Präparaten; außerdem kann man, während das Weibchen die Spermatophore frißt, an deren Basalteil oft mancherlei Veränderungen wahrnehmen, die sonst schwer erkennbare Struktureigentümlichkeiten bemerkbar werden lassen. Ich habe das erste Weibchen einer Species, das begattet worden war, jedesmal konserviert, wenn irgend angängig aber an einem zweiten Tier das Nachspiel der Copulation, das Schicksal der Spermatophore, zu beobachten gesucht.

I. Gryllidae.

Von Grylliden ist nur *Oecanthus pellucens* Scop. zu meinem Beobachtungsmaterial neu hinzugekommen. Im ersten Teil dieser Studien war bereits eine Schilderung der Copulation des amerikanischen *Oecanthus fasciatus*, die Hankock gibt, zitiert worden. Ich finde bei Boldyrev noch zwei mir nicht zugängliche amerikanische Arbeiten über den gleichen Gegenstand angeführt.

Ich konnte im September 1913 in Rovigno die Copulation von *Oecanthus pellucens* wiederholt an dem gleichen Paare beobachten, das ich bei Tage getrennt hielt und erst in der tiefen Dämmerung zusammensetzte. An den ersten beiden Tagen wurde die Copulation durch lautes, durchdringendes Zirpen des Männchens eingeleitet, das dabei, wie Hankock es für *Oe. fasciatus* schildert, seine Flügel steil in die Höhe hebt und dadurch dem Weibchen den Zutritt zur Mündung einer Rückendrüse gestattet, die einen Saft secerniert, den das Weibchen aufleckt. Das Männchen ist dabei außerordentlich unruhig, stößt seinen Körper heftig hin und her und versucht, seine Hinterleibsspitze unter den Kopf und Körper des Weibchens zu schieben. Dieses geht dann ein wenig vorwärts, bis es mit seinen Mundteilen bis unmittelbar caudal von den Wurzeln der Hinterflügel des Männchens gelangt. Unter fortwährenden Bewegungen des Männchens leckt und nagt nun das Weibchen an dieser Stelle herum, und dieser Vorgang wiederholt sich einige Male, jedesmal durch Zirpen eingeleitet. Schließlich hebt das Männchen seine Flügel, ohne zu zirpen, und nun kommt es zur Copulation. Am dritten und den folgenden Abenden fiel das Vorspiel und das Zirpen des Männchens fort, und es wurde sogleich nach dem Zusammen-

treffen beider Partner die Begattung eingeleitet. Auch bei ihr hält das Männchen seine breiten Flügel senkrecht in die Höhe, und während der ganzen, eine Minute dauernden Aktes leckt das Weibchen an der angegebenen Stelle auf dem Rücken des Männchens herum. Es besteht also allen anderen Grylliden gegenüber, bei denen das Weibchen auf die Flügeldecken des Männchens steigt, der Unterschied, daß es hier, wie bei den Locustiden, zwischen Rückenfläche und Flügel des Männchens kriecht (Fig. 3, Taf. 2).

Dem Männchen gelingt es, durch fortwährendes Rückwärtsdrücken der Hinterleibsspitze die des Weibchens zu erreichen, und nun wird der „Penis" hervorgestülpt und der Titillator, wie bei anderen Grillen, in die Vulva eingebracht. Sehr bald tritt, unter großer Unruhe des Männchens, die Spermatophore aus, die hier, abweichend von dem Verhalten anderer Grillen, noch an ihrem Mittelstück von den beiden Wülsten der Penisrinne festgehalten wird, wenn ihre Ampulle bereits frei sichtbar ist. Das hängt damit zusammen, daß ihre später zu besprechende Befestigung in der Vulva anders ist als die anderer Grillen. Nach Ablauf einer Minute lassen die Klappen des Penis auch das Mittelstück der Spermatophore frei, und sie hängt als fein gestielter ovaler Körper aus der Vulva des Weibchens hervor (Fig. 1, Taf. 3).

Nun trennen sich zwar die Tiere, aber es kommt zu einem Nachspiel der Begattung, das sehr dem ähnelt, das ich für *Nemobius sylvestris*[1]) beschrieben habe, aber bedeutend länger ausgedehnt ist als dort. Das Weibchen besteigt immer wieder das außerordentlich unruhige, den Körper rhythmisch nach hinten stoßende Männchen und leckt und nagt an dessen Metathorax herum. Sowie das Weibchen müde wird und absteigt, schiebt sich das Männchen sofort wieder unter dessen Kopf und Brust, und das Spiel beginnt von neuem. Dies wird etwa 10 Minuten (bei *Nemobius* 4 Minuten) fortgesetzt, und dann trennen sich die Tiere endgültig. Nun kommt es beim Weibchen alsbald zur Entfernung der Spermatophore aus der Vulva, die auf eine höchst eigenartige Weise geschieht. Das Weibchen preßt und drückt mit Zeichen der Unruhe das Abdomen zusammen, schließlich streift es mit dem Tarsus eines Sprungbeines über die Vulva hin, holt die Spermatophore hervor und bringt sie mit Hilfe dieses Sprungbeines an seine Mundöffnung, ergreift sie mit den Kiefern und verzehrt sie. Daraus erklärt sich, weshalb

1) l. c., p. 443.

man, wenn man diesen Moment verpaßt hat, keine leere Spermatophore in dem Behälter zu finden vermag. Ich bin natürlich nicht imstande zu behaupten, daß dies die einzige Weise der Entfernung der Spermatophore aus der Vulva bei *Oecanthus* sei, ich habe aber andere nicht gesehen.

Die Spermatophore ist von Boldyrev (l. c.) beschrieben und abgebildet worden (Fig. A). Sie enthält alle Bestandteile der ersten Gryllidenspermatophore, also Ampulle, Lamelle und Endfaden. Nur ist hier die Bedeutung der Lamelle etwas anders als bei *Gryllus* und *Nemobius*. Dort diente diese als Befestigungsmittel der Spermatophore in der Vulva des Weibchens. Nach der Begattung ist daher dort äußerlich nur die Ampulle mit dem kurzen Verbindungsstiel zur Lamelle hin sichtbar. Bei *Oecanthus* dagegen

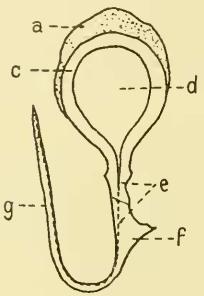


Fig. A.

Spermatophore von *Oecanthus pellucens*.

a äußere, *c* innere Hülle. *d* Binnenraum der Ampulle. *e* Kanal. *f* Lamelle. *g* Endfaden (nach Boldyrev).

liegt diese Lamelle außerhalb der Vulva, und es ist hier lediglich der Endfaden, der in ihr befestigt ist. Diesen Zustand stellt Fig. 1, Taf. 3 dar.

Entsprechend ihrer praktischen Bedeutungslosigkeit ist die Lamelle auch sehr wenig ausgebildet und stellt eigentlich nur zwei kleine, kurze Anhängsel dar. Dafür ist aber der Endfaden relativ stark entwickelt. Die Ampulle selbst, die einer aufsitzenden Spitzenkappe entbehrt, ist nach dem Typus der normalen Grillenampulle gebaut und besitzt eine doppelte Hülle.

Mit dieser Befestigung der Spermatophore nur durch den Endfaden hängt die vorhin erwähnte Tatsache zusammen, daß während der Begattung zuerst die Ampulle frei sichtbar wird, während das Mittelstück noch in der Penisrinne des Männchens festgehalten wird. Das wäre natürlich nicht möglich, wenn das Mittelstück, wie bei *Gryllus*, mit in die Vulva eingefügt wäre. Ich stelle mir den Vorgang der Spermatophorenabgabe bei *Oecanthus* so vor, daß das Männchen die ganze Spermatophore in die durch Penis plus Titillator gebildete Rinne aufnimmt, daß dann der Caudalteil des Penis die Ampulle freigibt, sowie durch die Bewegung des Titillators nach oben und vorn der Endfaden in die Vulva eingebracht ist. Nach kurzer Pause erfolgt dann das vollständige Loslassen des Männchens.

Als Besonderheiten von *Oecanthus* gegenüber anderen Grillen wären zu betrachten: 1. Die Haltung der Flügel des Männchens, bedingt durch die Anwesenheit der Rückendrüse. 2. Das Nachspiel zur Begattung, das dem bei *Nemobius* ähnelt. 3. Die Art der Entfernung der leeren Spermatophore. 4. Der Bau der Lamelle der Spermatophore. 5. Deren Befestigung in der Vulva nur durch den Endfaden. Wesentliche Unterschiede zwischen *Oecanthus pellucens* und *Oe. fasciatus* scheinen nicht zu bestehen.

Die Gattung *Oecanthus* ist unter allen Grylliden diejenige, die in ihrem ganzen Habitus und in ihrer Lebensweise auf Pflanzen am meisten an die Locustiden erinnert. Locustidenähnlich wäre bei der Begattung allenfalls die Flügelhaltung des Männchens, durch die, wie bei den Locustiden, die Dorsalfläche des Hinterleibes frei wird. Sonst aber erweist sich *Oecanthus* in dem Ablauf des Begattungsvorganges wie auch im Bau der Spermatophore als echte Gryllide. [1])

II. Locustidae.

1. Subfam. *Phaneropterini.*

a) *Leptophyes bosci* Fieb.

Im ersten Teil dieser Arbeit war Begattung und Spermatophore unserer einheimischen *Leptophyes punctatissima* ausführlich geschildert worden. Die Besonderheit lag vor allem in dem sehr einfachen Bau der Spermatophore, die nur aus zwei sehr kleinen Ampullen mit Stiel und aus einer zähen, tropfenförmigen, schleimigen ungeformten Hülle bestand. Diese Spermatophore wich wesentlich ab von der von Bérenguier für die nahe verwandte Gattung *Isophya* beschriebene.

Es mußte für mich von ganz besonderem Interesse sein, festzustellen, daß bei der südeuropäischen Art *Leptophyes bosci*, von der ich am Monte Maggiore viele Männchen, aber nur ein Weibchen fand, die Spermatophore wesentlich anders gebaut ist als bei *L. punctatissima.*

---

1) Auf die inzwischen erschienene Arbeit Boldyrev's, Die Begattung und der Spermatophorenbau bei der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa gryllotalpa L.), in: Zool. Anz., Vol. 42, 1913, p. 592, werde ich später besonders eingehen. (Anm. während der Korr.)

Das gefangene Weibchen paarte sich schon bei dem ersten Zusammensetzen mit einem Männchen. Die Stellung weicht von der für *L. punctatissima* beschriebenen, wie es scheint, für alle Odonturen charakteristischen, nicht ab, das Weibchen sitzt auf dem Männchen, beide Tiere sind ventral stark konkav eingekrümmt. Auch die Art der Befestigung der Cerci des Männchens an der Subgenitalplatte des Weibchens ist für beide Arten gleich. Während aber bei *L. punctatissima* der Austritt der Ampullen zur Spermatophore nicht zu sehen ist, weil sich im Moment ihres Erscheinens die männliche Subgenitalplatte dicht an die ventrale Legeröhrenkante anlegt, treten bei *Leptophyes* aus dem hervorgestülpten „Penis" des Männchens zwei voluminöse, weiße Ampullen aus, die durch eine Bewegung in dorsaler und etwas oraler Richtung mit ihrem Stiel alsbald in der Vulva befestigt wurden. Und während nun die zähe Spermatophorenhülle bei *L. punctatissima* in langer Arbeit vom Männchen ausgepreßt wird, erscheint bei *L. bosci*, so wie es Bérenguier für *Isophya pyrenaeae* beschreibt, in wenigen Sekunden nach den Ampullen die ganze kompakte, weiße und undurchsichtige Spermatophore, die Fig. 3, Taf. 1 darstellt. Diese Spermatophore gleicht sehr der mancher Decticiden-Arten und ist von der des Gattungsgenossen grundverschieden. — Da ich nur das eine Weibchen besaß, das gleich nach der Copulation konserviert wurde, so vermag ich über die Häufigkeit der Begattung bei einem Individuum sowie über den Modus des Auffressens der Spermatophore nichts zu berichten. Gerade die Tatsache aber, daß hier bei zwei Angehörigen der gleichen Gattung ein so verschiedener Bau der Spermatophore vorkommt, scheint mir in hohem Maße bemerkenswert.

b) *Phaneroptera quadripunctata* Br.

Von dieser südeuropäischen Vertreterin der Gattung *Phaneroptera*, die im südlichen Deutschland durch *Ph. falcata* vertreten ist, brachte ich aus Rovigno ein Pärchen mit nach Breslau, das vom 8. Oktober ab 6mal in Intervallen von 1 bis 2 Tagen copulierte; die Copulation erfolgte nur nachmittags. Vor ihrem Beginn zirpte das Männchen jedesmal rauh und leise.

Da (l. c., p. 476) die Begattung von *Phaneroptera falcata* bereits ausführlich geschildert worden ist und da sie bei *Ph. quadripunctata* in den meisten Punkten übereinstimmend verläuft, sollen hier vor allem die Unterschiede in dem Verhalten der beiden Arten besprochen werden. Charakteristisch für *Ph. falcata* waren folgende

Punkte: 1. Das Männchen ergreift von der Seite und von unten her mit seinen Cerci die Subgenitalplatte des Weibchens, ohne von diesem bestiegen zu werden. 2. Nach dem Erscheinen der Ampullen der Spermatophore, das sehr bald nach dem Beginn der Begattung statthat, streift das Männchen seine Cerci so über die Ampullen, daß diese dorsal von jenen zu liegen kommen, während sie vorher ventral lagen. In dieser Stellung wird die Spermatophorenhülle ausgestoßen. 3. Das Männchen kriecht unter dem Weibchen mit dem Kopf nach hinten durch. Wenn es die Cerci über die Ampullen zieht, hält es sich mit Kiefern und Vorderfüßen an der kurzen Legeröhre des Weibchens fest. 4. Die Spermatophore ist durchsichtig mit caudalem hornförmigem Fortsatz, der größte Durchmesser der Hülle liegt horizontal, parallel zur Leibesachse des Weibchens.

In aller Kürze kann gesagt werden, daß in den Punkten 1 und 2 volle Übereinstimmung zwischen *Phan. falcata* und *quadripunctata* herrscht. Im Punkt 3 besteht dagegen eine Abweichung: das Männchen von *Ph. quadripunctata*, das sich von der Seite her am Weibchen befestigt hat, läßt seine Unterlage mit den Vorderfüßen nicht los. Somit sitzt es mit etwas um die Längsachse gedrehtem Hinterleibe neben und gleichzeitig hinter dem Weibchen. Auch bei und nach dem Hinwegziehen der Cerci über die Ampullen nimmt zwar sein Hinterleib zu dem des Weibchens eine ganz ähnliche Stellung ein wie bei *Ph. falcata*, aber das Anklammern an der Legeröhre des Weibchens fehlt vollkommen. Das Männchen kriecht ein Stück nach hinten, dabei gleiten die Cerci über die Ampullen, und die männliche Subgenitalplatte drückt sich in den Spalt zwischen ihnen und der Wurzel der Legeröhre des Weibchens. Zu Punkt 4 ist zu bemerken, daß die Spermatophore von *Ph. quadripunctata*, obwohl in der Gesamterscheinung der von *Ph. falcata* ähnlich, doch eine wesentliche, sonst nicht beobachtete Besonderheit zeigt: ihre Hüllsubstanz tritt wie bei *Ph. falcata* aus, d. h. sie wird am Bauche des Weibchens entlang, von diesem aus gerechnet oralwärts, vorgeschoben, und erst bei der Trennung beider Tiere wird ihr caudaler Anhang secerniert. Das alles ist bei *Ph. quadripunctata* ebenso, aber die herzförmige, flache, mit der Spitze nach hinten stehende Hüllmasse ist bei *Ph. quadripunctata* mit einem freien, zähen, senkrecht stehenden Stiel an der Bauchwand des Weibchens, unmittelbar oral von dessen Subgenitalplatte, befestigt. Kurz vor der Trennung der Geschlechter reißt nun die vorher mit der Ampulle zusammenhängende Hülle von dieser ab und bleibt nur noch an diesem Stiel

haften, der sich nachher beim Verzehren der Spermatophore durch das Weibchen als außerordentlich widerstandsfähig erweist.

Noch ein Unterschied ist zu erwähnen. Während das Weibchen von *Ph. falcata*, wie schon Fabre beschreibt, die Spermatophore zum kleinsten Teil frißt und deren halbvertrocknete Reste lange (bis 48 Stunden nach der Begattung) mit sich herumträgt, wird bei *Ph. quadripunctata* die kleinere Spermatophore kurze Zeit nach der Begattung (etwa 5—10 Minuten) zu verzehren begonnen und in wenigen Stunden vertilgt.

Besonders hinweisen möchte ich noch auf die für beide Geschlechter festgestellte Fähigkeit wiederholter Begattung.

Somit spielt sich bei beiden *Phaneroptera*-Arten die Begattung vom gleichen Typus doch bei verschiedener Körperhaltung ab. Die Phaneropteriden zeigen uns also schon in der zweiten hier besprochenen Gattung immerhin erwähnenswerte Unterschiede im Verhalten bei der Copulation. Von Interesse scheint es daher, wiederum beträchtliche Abweichungen bei den Angehörigen einer nahe verwandten Gattung kennen zu lernen.

c) *Tylopsis liliifolia* Fab.

Gerade bei dieser Übereinstimmung zwischen den beiden *Phaneroptera*-Arten ist es von besonderem Interesse, daß die ihnen äußerlich sehr ähnliche Gattung *Tylopsis* in der Art der Begattung und in der Form der Spermatophore wesentlich abweicht. Gemeinsam ist beiden der Austritt der Spermatophorenhülle dorsal von den Cerci, obwohl die männliche Geschlechtsöffnung ventral von diesen liegt und erst in dorsaler Richtung verschoben werden muß. Übereinstimmend ist ferner die Befestigung der Spermatophore an der ventralen Fläche des Weibchens bei beiden Gattungen. Sonst aber überwiegen die Verschiedenheiten, die sich größtenteils aus scheinbar geringfügigen Unterschieden im Bau der äußeren männlichen Genitalien erklären lassen.

Außerdem ist *Tylopsis liliifolia* durch eine Eigentümlichkeit ausgezeichnet, die sie von den meisten Locustiden unterscheidet. Es ist zwar längst bekannt, daß bei den Ephippigeriden auch die Weibchen zirpen, die dort ein wohlausgebildetes Stridulationsorgan tragen. Nicht bekannt ist dagegen meines Wissens, daß das *Tylopsis*-Weibchen, das kein morphologisch eigentlich differenziertes Zirporgan besitzt, trotzdem imstande ist, durch Aneinanderreiben der Deckflügel, also in ganz gleicher Weise wie das Männchen, zirpende

Töne hervorzubringen. Das ist möglich durch starke Ausbildung einer großen Längsader auf der Unterfläche der linken Flügeldecke und einer entsprechend verstärkten, als allerdings sehr bescheidenes Resonanzorgan dienenden Ader des rechten Elytrums.[1]) Sehr leicht kann man sich davon überzeugen, daß man dieses Geräusch auch jederzeit am toten weiblichen Tier durch Reiben der Flügeldecken übereinander nachmachen kann. Nun besitzt aber das Weibchen nicht bloß diese Fähigkeit, sondern es zirpt tatsächlich zum Ausdruck seiner geschlechtlichen Erregung als Antwort auf das Zirpen des Männchens, gleichzeitig mit diesem. Diese Tatsache habe ich nicht einmal, sondern sehr häufig beobachtet[2]), und an diesem Zirpen ließen sich jedesmal nach dem Zulassen der Männchen die begattungslustigen Weibchen erkennen. Auch aus einem von dem der Männchen getrennten Käfig hörte man die Weibchen auf das Zirpen antworten. Bei den Gattungen *Phaneroptera* und *Tylopsis* ist das Zirpen der Männchen ein klangloses, unmetallisches Kratzen. Das Geräusch, das die *Tylopsis*-Weibchen durch Bewegungen der Deckflügel, genau wie die Männchen, hervorbringen, ähnelt auch dem Zirpton des anderen Geschlechtes sehr, doch vermag ein geübtes Ohr sofort das kürzere, schärfere, aber leisere Zirpen des Weibchens zu unterscheiden.

Die Copulation wurde in 9 Fällen beobachtet, die erste am 11. September, die letzte am 2. Oktober 1913. Das Material stammte aus der Umgegend von Rovigno und gehörte der grünen Form an. In Rovigno war die Stunde, zu der die Tiere am meisten paarungslustig waren, zwischen 2 und 3 Uhr nachmittags. Bei einem Teil der Tiere, der mit nach Breslau genommen wurde, fand hier im Zoologischen Institut die Copulation an sonnigen Tagen (das Zimmer liegt nach Süden) vormittags statt; die Paarungslust ist an dem eifrigen Zirpen des Männchens zu erkennen, dem das der begattungsbereiten Weibchen prompt antwortet.

Haben sich zwei zirpende Partner beiderlei Geschlechtes gefunden, so richtet sich das Weibchen mit Kopf und Vorderkörper auf, hebt sich hoch auf seinen Beinen empor und senkt die Hinter-

1) Vgl. hierzu Petrunkevitch, A. und v. Guaita, Über den geschlechtlichen Dimorphismus bei den Tonapparaten der Orthopteren, in: Zool. Jahrb, Vol. 14, Syst., 1901, p. 271.

2) Auch das Weibchen von *Phaneroptera quadripunctata* bewegt beim Zirpen des Männchens seine Flügeldecken, meist kommt dabei aber kein Geräusch zustande.

leibsspitze fast senkrecht nach abwärts. Das Männchen schiebt sich, anfangs meist recht ungeschickt und nach häufig mißlingenden Versuchen, von vorn, rückwärtsgehend vor den herabhängenden Hinterleib des Weibchens. Dabei greift dieses häufig mit Tastern und Vorderfüßen nach dem tief abwärts gebogenen männlichen Hinterleib. Schließlich berührt dessen Spitze die Gegend der Vulva, die hakenförmigen, gekrümmten Cerci fassen die Außenfläche der weiblichen Subgenitalplatte fest an, und sofort tritt der gelbliche Penis des Männchens, der dem von *Phaneroptera* ähnelt, aus der Konkavität der langen männlichen Subgenitalplatte hervor. Es finden keinerlei rhythmische Aus- und Einstülpungen des Penis statt, was wohl zweifellos mit dem Mangel eines Titillators zusammenhängt. Nach knapp 1 Minute treten die weißen Ampullen der Spermatophore aus der männlichen Geschlechtsöffnung hervor und werden mit der gewöhnlichen Bewegung in der Vulva befestigt. Nun findet die Ausscheidung der Gallerthülle der Spermatophore in ganz anderer Weise statt als bei *Phaneroptera*, was darauf zurückzuführen ist, daß die Stellung der beiden Partner während der Begattung nicht mehr geändert wird (Fig. 4, Taf. 2). Während nun die Ampullen wie bei allen Locustiden-Männchen, ventral, dicht über der Subgenitalplatte erschienen sind, tritt die große Hauptmasse der Spermatophore dorsal von den am Weibchen befestigten Cerci zwischen der Dorsalfläche des männlichen und der ventralen des weiblichen Hinterleibes aus. Dieser Vorgang wird dadurch eingeleitet, daß das Männchen zwei grüne häutige Fortsätze aus seiner Geschlechtsöffnung dorsal hervorstreckt, die sich der Ventralfläche des weiblichen Hinterleibes anlegen. Zwischen ihr und diesen Fortsätzen quillt, in zwei lateralen und zwei medialen Wülsten, die Schleimsubstanz der Spermatophore hervor, während die Cerci des Männchens genau in der Furche zwischen Ampulle und Hülle liegen. Dies ist auf der Figur angedeutet. Je mehr Schleimmasse aus der männlichen Genitalöffnung austritt, desto weiter werden die Hinterleiber der beiden Tiere auseinandergedrängt, so daß zuletzt das Weibchen die Hinterleibsspitze fast ganz nach vorn und nur wenig nach unten hält. Die ganze Begattung dauert fast genau 3 Minuten, und es ist erstaunlich, welche ungeheuren Secretmassen das Männchen in dieser kurzen Zeit ausscheidet. Ist die Abgabe der Spermatophore vollendet, so löst das Männchen seine Cerci ganz allmählich von der Spermatophore los, und das Weibchen trägt diese

davon. Ein Bild von der Größe dieser Spermatophore im Verhältnis zur Körpergröße des Tieres gibt Fig. 4, Taf. 1.

Es sollen nun die Punkte besprochen werden, in denen sich die Begattung von *Tylopsis* von der von *Phaneroptera* unterscheidet. Bei *Tylopsis* spielt das Männchen keine so rein aktive Rolle beim Ergreifen des Weibchens wie bei *Phaneroptera*. Dort läßt sich das Weibchen, wenn es begattungsbereit ist, einfach vom Männchen mit dessen Cerci packen, und diese Bereitschaft zeigt sich nur darin, daß es den Bestrebungen des Männchens keinen Widerstand entgegensetzt. Das Weibchen von *Tylopsis* antwortet auf den Lockruf des Männchens und kommt diesem bei seinen Befestigungsversuchen durch Einnehmen der richtigen Stellung selbständig entgegen. — Die Stellung während der Begattung ist bei beiden Species total verschieden. Bei *Phaneroptera falcata* bleibt das Weibchen ruhig sitzen, und das Männchen krümmt sich unter ihm hindurch, so daß es schließlich fast frei an der Hinterleibsspitze des Weibchens hängt, und auch bei *Ph. quadripunctata* ändert das Weibchen seine Stellung nicht, wohl aber das Männchen. Bei *Tylopsis* sitzt das Männchen unter dem hochaufgerichteten Weibchen, das schließlich ganz von der Unterlage abgehoben wird. Bei beiden Arten treten die Ampullen der Spermatophoren ungefähr in gleicher Weise aus dem Penis aus. Nach ihrer Befestigung in der Vulva aber verändert das Männchen von *Phaneroptera* seine Stellung so, daß Ampullen und Hüllsubstanz dorsal von seinen Cerci zu liegen kommen, bei *Tylopsis* liegen die Ampullen ventral, die Hülle dorsal von den Cerci des Männchens bis zur Lösung der Copula.

Die Spermatophore von *Tylopsis* ist relativ viel voluminöser als die von *Phaneroptera*. Der hornartige caudale Fortsatz, der bei jener vorhanden ist, fehlt ihr, da die Umdrehung des Männchens unter dem Weibchen nicht statthat.

Ich habe von der Spermatophore von *Tylopsis* (l. c., tab. 7 fig. 5) eine Abbildung gegeben, die völlig übereinstimmt mit einer schematischen Figur Boldyrev's (Fig. B). Während das dieser Abbildung zugrundeliegende Präparat eine schon vom Weibchen angefressene Spermatophore war, zeigt Fig. 4, Taf. 1 eine frische, noch unverstümmelte, an der allerdings die Einzelheiten der Struktur sehr viel weniger deutlich zu sehen sind als an einer, die sich bereits längere Zeit in der Vulva befand. Der Freßinstinkt des Weibchens ist sehr ausgeprägt: ich habe in zwei Fällen gesehen, daß das Weibchen bereits während der Copulation — wegen der Lage der Hüll-

substanz dorsal vom Männchen ist dies bei dieser Species möglich — anfing, die Spermatophore zu benagen. Das Verzehren geschieht in kleinen Portionen, und im Gegensatz zu *Phaneroptera* werden hier binnen 6 Stunden meist auch die Ampullen völlig aus der Vulva entfernt. In einem Falle fand ich einen herausgefallenen Rest einer Spermatophore auf einem Blatt in dem Käfig der Tiere liegend. Jedenfalls findet sich bei *Tylopsis* nicht das lange Verweilen der Ampullen in der Vulva (bis 48 Stunden), wie es schon Fabre für *Phaneroptera falcata* beschrieben hat.

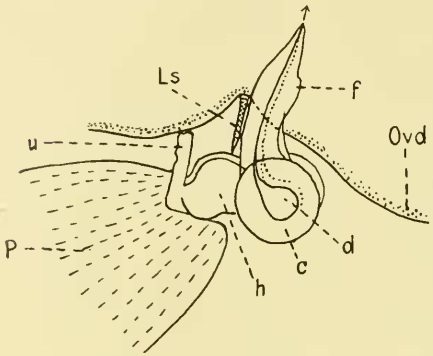


Fig. B.

Spermatophore von *Tylopsis thymifolia* Petagna (= *T. liliifolia* Fab.).

Ls Subgenitalplatte. *Ovd* Legeröhre des Weibchens. *c* die Ampullen der Spermatophore, *d* deren Binnenraum. *f* Spermatophorenstiel. *h* Stützgebilde. *u* oraler Befestigungsstiel (auch bei *Phaneroptera* ausgebildet). *p* Spermatophylax (nach Boldyrev).

Wenn wir die an Phaneropteriden gewonnenen Befunde hier kurz zusammenstellen, so finden wir bei den ungeflügelten Odonturen zwar durchweg die gleiche Stellung (Weibchen auf dem Rücken des Männchens sitzend), aber verschiedene Gestalt der Spermatophorenhülle: massige, geformte bei *Isophya* und bei *Leptophyes bosci*, ungeformte, zähflüssige bei *L. punctatissima*.

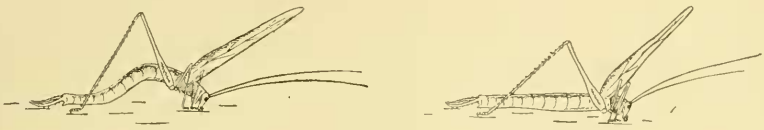
Bei den geflügelten Phaneropteriden-Arten *Phaneroptera falcata* und *Tylopsis liliifolia* sind die Spermatophoren prinzipiell ähnlich gebaut trotz Unterschieden im Bau ihrer Hülle, die Begattungsstellung ist aber für beide Arten völlig verschieden.

Gerade für diese Subfamilie, in der der Begattungs- und Spermatophorentypus so großen Schwankungen unterliegt, wäre die Untersuchung ausgedehnteren Materials erwünscht. Insbesondere wäre das Verhalten weiterer geflügelter Gattungen, von denen in Europa noch *Acrometopa* vertreten ist, zu untersuchen.

2. Subfam. *Meconemini.*

Material. *Meconema varium* Fab. 5 Copulationen beobachtet. 3 Weibchen mit Spermatophoren konserviert.

Im August 1913 wurden in Hökendorf, Pommern, durch Abschütteln von Eichenzweigen über einem aufgespannten Schirme viele Exemplare von *Meconema varium* erbeutet. Das Sexualleben dieser kleinen Locustide bietet eine Menge des Besonderen, doch ist es nicht allzu leicht der Beobachtung zugänglich, da *Meconema* eine nächtliche Lebensweise führt. Alle Versuche, bei Tage Copulationen oder auch nur ein Reagieren der Geschlechter aufeinander zu erzielen, waren völlig erfolglos. Sie gingen einander aus dem Wege, sowie sie mit den Fühlern aneinanderstießen. Erst bei Einbruch der Dunkelheit änderte sich das Bild. Nun setzten sich die Männchen still auf Eichenzweige oder Blätter, die Flügel bis ungefähr senkrecht zu dem leicht ventral konkaven, mit der durch die hier außerordentlich langen Cerci gebildeten Endzange der Unterlage angepreßten Hinterleib erhoben.



a b

Fig. C.

Männchen von *Meconema varium*
a während des „Trommelns", b begattungsbereit.

Eine größere Regsamkeit entfalteten die Männchen aber erst, wenn sie bei völliger Dunkelheit (ca. $^1/_2$11—$^1/_2$1 Uhr nachts) zu den Weibchen gebracht wurden. Insbesondere mußte jetzt eine Lautäußerung sehr überraschen, die die in allen Büchern wegen des fehlenden Zirporgans als stumm bezeichneten Männchen hören ließen. Ich hatte nur einen Teil der Männchen in den Käfig der Weibchen gesetzt, die anderen in dem für die Männchen während der Trennung bestimmten belassen. Aus dem Käfig, der nun Tiere beiden Geschlechts enthielt, tönte wiederholt ein lautes Trommeln oder Schnurren, das sehr an das Trommeln der Spechte im Frühjahr erinnert. Alsbald klang das gleiche Trommeln aus dem Männchenkäfig als Antwort, aber mit einem anderen Timbre, dessen Ursache sich bald herausstellte: die Männchen, die das Geräusch hervorbrachten, saßen, wie oben geschildert, mit hochgehobenen Flügeln, gesenktem Kopf und leicht gekrümmtem Hinterleib da (Fig. Ca)

und schlugen die Hinterleibsspitze in rascher Vibration gegen die Unterlage. Natürlich klingt das Geräusch nun ganz verschieden, je nachdem die Hinterleibsspitze auf ein Eichenblatt — wie das im Freien das Gewöhnliche sein dürfte — oder auf Holz — das war im Käfig der Weibchen, dessen Wände Holzrahmen besaßen, der Fall — oder endlich, wie in dem ganz metallenen Männchenkäfig, auf eisengefaßte Drahtwände trommelt. Es scheint mir von besonderem Interesse, daß bei dieser einzigen europäischen langgeflügelten Locustide ohne Zirporgan (das auch bei dem stummelflügeligen *M. brevipenne* und bei der verwandten gleichfalls kurzflügeligen Gattung *Cyrtaspis* fehlt) dennoch ein Lockgeräusch hervorgebracht wird, allerdings mit Mitteln, die sonst bei Locustiden ungebräuchlich sind.

Später verstummte dieses Geräusch mehr und mehr, und es nahmen die Männchen, soweit sie nicht umherkrochen, noch eine etwas andere Stellung ein, die eine Steigerung der vorher beschriebenen bedeutet: die Flügel sind so hoch erhoben, daß sie einen Winkel von ca. 120° zum Körper bilden. Dieser selbst ist ganz flach, ad maximum gedehnt, der Unterlage aufgelegt, und in dieser Stellung, in der seine Silhoutte eher einer Ephemeride oder Tipulide als einer Locustide ähnelt, verharrt das Tier regungslos, bis sich ein Weibchen naht (Fig. Cb).

Ist dies der Fall, so erfolgt auch hier das, was uns schon so oft begegnet ist: das Weibchen beleckt und benagt den ausgestreckten Hinterleib des Männchens, der in diesem Fall geradezu wie eine Angel ausgelegt ist. Denn nun schiebt sich, ganz plötzlich und blitzschnell, das Männchen mit der Haftzange seiner Cerci bis an die Legeröhrenwurzel des Weibchens, und diese umfassen in einem Moment dessen Hinterleib an seiner verjüngten Stelle. Das Weibchen springt sofort vorwärts, über die nach vorn gelegten Flügel des Männchens hinweg, dies überschlägt sich und dreht sich unter dem Weibchen, ähnlich wie das *Phaneroptera*-Männchen, nur viel rascher, so herum, daß es, mit dem Kopf nach hinten gerichtet, ventral von der Legeröhre des Weibchens liegt. Es ist besonders beachtenswert, daß bei *Meconema*, aber auch, soweit bis jetzt bekannt, nur bei ihm, die Cerci des Männchens nicht nur die Subgenitalplatte des Weibchens ergreifen, sondern dessen Hinterleibsende, gerade an der Ansatzstelle der Legeröhre, völlig umspannen.

Ist es so dem Männchen gelungen, ein Weibchen zu ergreifen, so braucht es deshalb noch lange nicht zur Begattung zu kommen.

Das Männchen sucht sofort, sich aus seiner Lage so weit aufzurichten, daß es die Legeröhrenspitze des Weibchens mit den Kiefern erfassen kann. Aber selbst wenn dies gelungen, wird doch in der Mehrzahl der Fälle das Männchen vom Weibchen durch heftige Bewegungen abgeschüttelt. Daß das Weibchen den Hinterleib des auf der Lauer sitzenden Männchens beleckt und sich von ihm ergreifen läßt, beweist noch nicht notwendig seine Begattungslust, wohl aber die Stärke des Reizes, den das so dasitzende Männchen auf das Weibchen ausüben muß.

Ist aber Begattungsneigung beim Weibchen vorhanden, so duldet es das Festbeißen des Männchens an der Legeröhrenspitze ohne allen Widerstand und außerdem auch, daß dieses sich an der Vulva in der richtigen Stellung befestigt. Ich habe den Eindruck gewonnen, daß die Basen der Cerci des Männchens zum Festhalten der weiblichen Subgenitalplatte dienen müssen. Die Stellung, die beide Tiere nun einnehmen, geht aus Fig. 5, Taf. 2 hervor. Das Männchen benutzt zum Festhalten an der Legeröhre keines der beiden vorderen Beinpaare, sondern ausschließlich die Mundteile. Aus seiner Hinterleibsspitze, dicht dorsal von seiner Subgenitalplatte, die zunächst von der Legeröhre des Weibchens abgehoben bleibt, tritt die Penisschleimhaut hervor, und nach sehr kurzer Zeit, in der der Penis aus- und eingestülpt wird, erscheinen unter heftigen Preßbewegungen des Hinterleibes die sehr kleinen, weißen, undurchsichtigen Ampullen der Spermatophore ($^1/_2$—3 Minuten nach Beginn der Begattung). Sie treten zunächst ziemlich weit ventral von der Vulva aus, so daß die Bewegung, durch die sie in ihr befestigt werden, ausgiebiger ist als bei den Formen mit kürzeren Cerci des Männchens, bei denen die männliche der weiblichen Geschlechtsöffnung mehr genähert ist. Doch ist diese Einführungsbewegung bei weitem nicht so auffällig wie bei *Diestrammena* (l. c., p. 460). Nun beginnt das Männchen, $^1/_4$ Stunde bis 20 Minuten lang langsamere pumpende Bewegungen mit dem Hinterleibe auszuführen, durch die ein glasiger, zäher Schleim ausgepreßt wird. Die Styli liegen dabei der Legeröhrenwurzel an. Gegen Ende der Begattung wird das Weibchen unruhig, beginnt mit dem anhängenden Männchen umherzugehen und löst seinerseits die Copula auf. Das Männchen zeigt danach große Erschöpfung, in einem Falle war es am nächsten Morgen tot.

Bei 3 Copulationen wurde die Zeitdauer genau gemessen:

Paar No.	Beginn	Austritt der Ampullen	Trennung
I.	10^{46}	$10^{46\frac{1}{2}}$	11^{05}
II.	11^{01}	11^{04}	11^{17}
III.	12^{00}	12^{01}	12^{19}

Nach der Begattung trägt das Weibchen die auch relativ sehr kleine und unauffällige Spermatophore in der Vulva, und, sich selbst überlassen, macht es sich schon 2 Minuten nach der Trennung vom Männchen daran, die Spermatophore zu verzehren. Ungefähr 5 Minuten bleibt es in gekrümmter Stellung, die Mundöffnung in die Vulva gedrückt und eifrig fressend, dann streckt es sich wieder gerade, und soweit ich sehen konnte, sind unter der noch leicht von der Legeröhre abgehobenen Subgenitalplatte die Ampullen der Spermatophore entfernt. Während der langen Periode bei der Begattung nach der Ausstoßung der Ampullen ist auch genug Zeit zur Überleitung des Spermas in das Receptaculum seminis gegeben, so daß dieses baldige Auffressen der ganzen Spermatophore nicht wunderbar erscheint. Wir sahen, daß bei manchen Grillen (*Oecanthus*) die Entfernung der Spermatophore aus der Vulva noch rascher erfolgt.

Die Spermatophore selbst (Fig. 2, 3, Taf. 3) ist im Gegensatz zu der der übrigen bisher besprochenen Locustiden fast hüllenlos. Eine Betrachtung unter dem binokularen Mikroskop zeigt uns die paarigen, gestielten Ampullen und deren enge Ausführungsgänge, beide umschlossen von einem zähen und festen glasigen Schleim, der aber keine irgendwie charakteristische Form hat, sondern die Ampullen als gleichmäßig dicke Schicht überzieht. Es ergibt sich hieraus, daß die großen Schleimmassen, die wir bisher als den (räumlichen) Hauptbestandteil der Locustiden-Spermatophoren kennen lernten, fast völlig unterdrückt sein können und daß dann der wesentliche Teil des Ganzen, die Ampullen, fast allein die Masse der Spermatophore darstellt.

Besonders instruktiv ist ein Sagittalschnitt durch die in der Vulva festsitzende Spermatophore, wie ihn Fig. 3, Taf. 3 darstellt. Aus jeder der glasigen Ampullen zieht der weiße Samenkanal bis dicht an das Receptaculum seminis, dort eine schwache, birnförmige, terminale Anschwellung bildend. Wie äußerlich, so zeichnet sich auch innerlich diese Spermatophore durch Einfachheit und Übersichtlichkeit des Baues aus.

Außer der geringen Ausbildung der Spermatophorenhülle sind

als Besonderheiten der Begattung von *Meconema* zusammenzufassen: das Trommeln der Männchen statt des Zirpens, die eigentümliche, lauernde Haltung des Männchens und das gewaltsame Ergreifen des Weibchens, die Haltung während der Begattung, während der das Männchen sich nur mit den Kiefern an der Legeröhre hält, der frühe Austritt der Ampullen und die lange Tätigkeit des Männchens nach deren Erscheinen.

3. Subfam. *Conocephalini.*

Von der Subfamilie der Conocephalini wurden bei Rovigno *Conocephalus mandibularis* Charp. und *Xiphidium fuscum* Fabr. auf sumpfigen Wiesen an Schilf gefangen. Beide Arten wurden zur Copulation gebracht, bei der beide Arten zwar die gleiche Haltung einnahmen, deren Verlauf bei ihnen aber sehr bedeutende Unterschiede aufwies.

a) *Conocephalus mandibularis* Charp.

Wenn ein begattungslustiges Männchen von *Conocephalus* einem Weibchen begegnet, so betasten sich beide mit den Fühlern, und das Männchen zirpt laut und schrill. Geht dann das Weibchen am Männchen vorbei, so streckt dieses seinen hakenförmig gekrümmten Hinterleib unter den Flügeln hervor seitwärts nach dem Weibchen hin und versucht, mit seinen Cerci unter dessen Subgenitalplatte zu gelangen. Sehr häufig gelingt dies nicht; ist das Weibchen aber auch zur Begattung geneigt, so hält es still, und so vermag das Männchen, unter sonderbarer Verdrehung seines Hinterleibes und ohne vom Weibchen bestiegen zu werden, mit den Cerci dessen Subgenitalplatte zu fassen. Da das Männchen schon an dem Weibchen vorbeigehen mußte, um diese Prozedur auszuführen, so waren schon vor der Copulation die Köpfe der beiden Tiere nach entgegengesetzten Richtungen gekehrt, und diese Stellung wird auch während der Begattung beibehalten, während der das Weibchen seine Ventralfläche etwas nach oben und seitwärts nach dem Männchen hin drehen muß. Jedes der beiden Tiere bleibt dabei mit den 4 vorderen Extremitäten auf seiner Unterlage (in den beiden von mir beobachteten Fällen der Drahtwand des Käfigs) sitzen, so daß kein Festhalten des Männchens an der Legeröhre des Weibchens stattfindet (Fig. 6 Taf. 2). Diese Stellung scheint für die Conocephalinen charakteristisch zu sein.

Das Männchen befestigt sich mit seinen kurzen, aber sehr

kräftigen, hakenförmigen Cerci an der unteren und äußeren Fläche der weiblichen Subgenitalplatte, sein sehr kurzer bräunlicher Penis mit dem hornigen Titillator streckt sich vor und wird dann unter sehr starken Preßbewegungen des Abdomens und starker Erschütterung des weiblichen Körpers abwechselnd ein- und ausgestülpt, ganz entsprechend den Bewegungen bei Decticiden. In den beiden beobachteten Fällen erfolgte 6 Minuten nach Beginn der Begattung eine stärkere Streckung des Penis, der in kurzen, raschen Bewegungen vor- und rückwärts bewegt wurde, ohne nun noch vollständig eingezogen zu werden, also auch ganz wie bei *Decticus* (Teil I dieser Arbeit, p. 492). Zwei sehr kleine Ampullen werden sichtbar, der Penis wird tief in die Vulva eingedrückt und der Spermatophorenstiel in ihr befestigt. Die Schleimhaut des Penis wird nun wie überall nach dem Austritt der Ampullen eingezogen, die männliche Subgenitalplatte mit dem Styli legt sich eng an die ventrale Kante der Legeröhrenwurzel an, und es beginnt ein weiterer Abschnitt der Copulation, der den bei *Meconema* beschriebenen Vorgängen in seinem Verlaufe und in seinem Ergebnis außerordentlich ähnelt. Der Hinterleib des Männchens kontrahiert sich noch rhythmisch, und zwei weißliche Warzen sind zwischen Cerci und Styli sichtbar. Man sieht aber, ebensowenig wie bei *Meconema*, außer wenig glasiger Schleimmasse irgend etwas, was der typischen Hülle der Locustiden-Spermatophore gliche. Wenn dann die Tiere sich trennen, was in einem Falle erst nach über 2 Stunden ($3^{49\frac{1}{2}}$ Beginn, 3^{56} Austritt der Ampullen, 6^{01} Trennung der Tiere), im anderen, den ich für normaler halte, bereits nach etwa 25 Minuten erfolgte, so findet man in der Vulva des Weibchens einen kleinen, die Subgenitalplatte nicht überragenden Schleimpfropf. Unter dem Mikroskop sieht man, daß ähnlich wie bei *Meconema* die Ampullen, die aber hier viel tiefer in die Vulva eingesenkt sind, von einer gleichmäßigen, glasigen Schleimschicht überzogen sind, so daß auch hier die Spermatophorenhülle nur ein sehr untergeordnetes Gebilde ist. Es ist auffallend, daß bei *Meconema* und bei *Conocephalus*, bei den Formen mit der kleinsten Spermatophorenhülle, deren Ausscheidung außerordentlich lange Zeit braucht (Fig. 6 Taf. 1).

Die Einfachheit des Baues dieser Spermatophore geht auch aus einem Medianschnitt (Taf. 3 Fig. 6) hervor. In die Vulva durch den später secernierten Schleimpfropf tief eingedrückt sitzt jede der beiden Ampullen einem dicken, kurzen Stiel auf.

Ich habe das Weibchen des ersten Paares unmittelbar post

coitum konserviert, bei dem des zweiten wollte ich das Auffressen der Spermatophore beobachten. Dies ist mir nicht gelungen. Ungefähr $^1/_2$ Stunde nach der Trennung der Tiere schlug das Weibchen, das nicht versucht hatte, die Spermatophore zu fressen, heftig mit den Flügeln, und dabei scheint es die Spermatophore aus der Vulva gepreßt zu haben, wenigstens war sie nachher verschwunden. Dieser Fall bedarf weiterer Beobachtung, mein Material ist erschöpft, die wenigen aus Rovigno mit nach Breslau gebrachten Tiere haben sich nicht mehr begattet. Sollte sich meine Beobachtung, was ich nicht für wahrscheinlich halte, als regelmäßiger Befund herausstellen, so wäre dies einer der wenigen, ja wohl der erste Fall, in dem bei einem Locustidenweibchen der Instinkt fehlte, die Spermatophore zu fressen.

b) *Xiphidium fuscum* Fab.

Von einer Sendung von *Xiphidium dorsale*, die ich Herrn Mittelschullehrer J. W. Stolz in Trachenberg verdanke, waren leider die Weibchen nicht am Leben geblieben, so daß ich nur Beobachtungen an *X. fuscum* anstellen konnte, das ich bei Rovigno auf zwei Sumpfgeländen in großer Menge fing. Die Copulation wurde verhältnismäßig häufig (7 mal) beobachtet, auch einmal ein Weibchen im Freien mit frischer Spermatophore aufgefunden. Es ist nicht schwer, diese Species zur Copulation zu bringen, die meist in den späten Nachmittagsstunden vor sich geht; doch fand ich einmal früh um 8 Uhr zwei Weibchen mit frischen Spermatophoren im Käfig vor, als ich die Männchen nachts darin gelassen hatte.

Über die Einleitung der Begattung und über die Stellung der beiden Partner ist deshalb nicht viel zu sagen, weil beides in gleicher Weise sich abspielt wie bei *Conocephalus*. Ebensowenig wie bei diesem findet hier ein Besteigen des Männchens durch das Weibchen statt, vielmehr ergreift das Männchen ebenso von der Seite her mit gekrümmtem Hinterleib die weibliche Subgenitalplatte. Wenn ein Weibchen ein Männchen so nahe herankommen läßt, daß es erst Begattungsversuche machen kann, kommt es fast immer auch bald zur Copulation.

Während dieses Aktes stehen die beiden Tiere genau so, wie wir es bei *Conocephalus* kennen gelernt haben; der erste Teil der Begattung, bis zum Austritt der Ampullen, verläuft in beiden Fällen auch ungefähr gleich. Auch bei *Xiphidium* stülpt das Männchen den Penis mit dem Titillator rhythmisch aus und ein, bis er schließ-

lich gestreckt bleibt und aus ihm die hier gelblich-weiß gefärbten Ampullen austreten und wie gewöhnlich in die Vulva des Weibchens eingedrückt werden.

Nun aber beginnt ein Abschnitt der Begattung, der ganz anders als bei *Conocephalus* und auch als bei allen anderen mir bekannten Locustiden verläuft. Wie bei *Conocephalus* werden die Styli des Männchens gegen die Legeröhrenwurzel angedrückt. Dann tritt aus der männlichen Geschlechtsöffnung jederseits ein eigentümlicher, rotbrauner, zipfelförmiger Schleimhautfortsatz hervor, der sich von den beiden seitlichen Ecken der weiblichen Subgenitalplatte dorsalwärts auf Seiten- und Rückenhaut des Weibchens erstreckt. Von diesem Schleimhautzipfel aus tritt jederseits ein glasiger, heller Schleimtropfen aus, der sich mehr und mehr vergrößert und zu einem beulenartigen, durchsichtigen Auswuchs wird, der etwa einer längshalbierten Birne gleicht, deren Stiel caudalwärts gerichtet wäre (Fig. 7a, b, Taf. 1). Die Ausscheidung dieser Secretmassen stellt oft den längsten Teil der Begattung dar, während dessen aber noch etwas anderes geschieht: die unmittelbar nach ihrer Einfügung in die Vulva noch eine Weile sichtbaren Ampullen werden tiefer und tiefer in die weibliche Geschlechtsöffnung hineingepreßt und mit einer glasigen Secretschicht, ähnlich wie bei *Conocephalus*, überzogen. Von den beiden seitlichen Ecken der Vulva aus zieht je ein schmaler Schleimstreif zu den beiden großen seitlichen Halbkugeln hin, die somit nur in ganz lockerem Zusammenhang mit den Ampullen stehen. Nach ihrer Ausscheidung ziehen sich die beiden Schleimhautzipfel des Männchens wieder zurück. Die Dauer der einzelnen Begattungsabschnitte ist folgende: vom Beginn der Begattung bis zum Austritt der Ampullen, der selbst ca. 1 Minute dauert, vergehen 7—10 Minuten. Das Hervorpressen der seitlichen Schleimmassen dauert im kürzesten Fall 9, im längsten 18, durchschnittlich $12^1/_2$ Minuten.

Wenn sich beide Geschlechter getrennt haben — das Weibchen hebt die Verbindung auf, wobei das Männchen oft noch eine Strecke weit geschleift wird —, so klafft die Subgenitalplatte des Weibchens, und in ihr sind die tief eingesenkten, von Schleim überzogenen Ampullen nicht mehr sichtbar; auf den Flanken, oral von der Legeröhrenwurzel, bis nahe zur dorsalen Mittellinie reichend, sitzen die großen beulenförmigen Schleimmassen, die dem frisch begatteten Weibchen ein ganz eigenartiges Aussehen verleihen. Während sie im Leben glashell sind, werden sie bei der Konservierung trübe, weiß und undurchsichtig, wie es auf Fig. 7a, b, Taf. 1 zu sehen ist. Das

Bild, das ein Sagittalschnitt durch die Spermatophore bietet (Taf. 3 Fig. 7), erinnert an das bei *Conocephalus* gesehene, zeigt aber doch, daß wie äußerlich so auch innerlich die Spermatophore von *Xiphidium* komplizierter gebaut ist. Hier wie dort sind die Ampullen durch einen Schleimpfropf, der nach ihrem Austritt secerniert wird, sehr tief in die Vulva hineingedrückt. Was sie besonders auszeichnet, sind terminale Anschwellungen ihrer Ausführungsgänge, die viel stärker entwickelt sind als bei *Meconema*. Auf unserer Abbildung ist die caudale und orale Hälfte des in der Vulva gelegenen Spermatophorenabschnitts gut zu sehen, ebenso der dorsal von der Subgenitalplatte etwas nach außen ragende Schleimpfropf. Es scheint, daß derartige innere Reservoire zwischen der Ampulle und dem Ende ihres Ausgangskanales von irgendeiner uns noch nicht bekannten größeren biologischen Bedeutung für die Ausleitung des Samens sind; biologisch könnte die Erweiterung des Samenausführungsganges im Innern der Spermatophore von *Gryllotalpa* eine ähnliche Bedeutung haben.

Bei dem Weibchen von *Xiphidium* äußert sich der Instinkt, die Spermatophore zu fressen, bereits wenige Minuten (von 2′ ab) nach der Begattung. Wegen der eigentümlichen Form der Spermatophore, die hier in allen ihren Bestandteilen kaum ein einheitliches Ganze bildet, verläuft die Prozedur ihres Verzehrens gleichfalls in besonderer Weise: das Weibchen nimmt mit den Mundteilen erst die Schleimmasse der einen Seite und frißt sie in stundenlang dauernder Tätigkeit auf. Sie wird vollkommen sauber vom Hinterleib abpräpariert. Dann kommt die der anderen Seite daran, und das Weibchen muß jedesmal beim Erfassen der Spermatophorenhälfte die Legeröhrenbasis an seinem Kopfe vorbeibiegen. Ich konnte nicht beobachten, ob das Weibchen schließlich die Ampullen selbst auch auffrißt, nach Analogie mit anderen Locustiden ist es aber wahrscheinlich.

Xiphidium teilt also die Methode des Männchens, das Weibchen aktiv von der Seite her zu erfassen, und die Stellung bei der Begattung mit *Conocephalus*. Der Bau seiner Spermatophore steht dagegen bis jetzt unvermittelt da. Das was Boldyrev[1]) als „Spermatophylax“ bezeichnet, die lediglich zum Gefressenwerden durch das Weibchen vorhandenen Schleimmassen der Spermatophore, sind in diesem Falle räumlich von den Ampullen völlig getrennt, und während sie sonst als mehr oder minder paarige, aber zusammen-

1) l. c., p. 152.

hängende Masse ventral von den Ampullen angebracht sind (bei *Diestrammena* von der Ampulle), sind sie hier vollkommen voneinander unabhängige, paarige Bildungen. Ampullen und „Spermatophylax" bilden also hier nicht den einheitlichen Körper, als den wir sonst die „Spermatophore" der Locustiden überall kennen gelernt haben.

Für die Conocephalinen läßt sich also bei einheitlicher Begattungsstellung kein einheitlicher Bau der Spermatophore feststellen.

4. Subfam. *Locustini.*

Die Literatur wurde l. c., p. 500 angeführt, Boldyrev's (l. c.) neue Arbeit schildert die Spermatophore von *Locusta cantans.*

Mein hauptsächliches Material lieferte die als selten geltende *Locusta caudata* Charp., während ich von *L. viridissima* L., deren Spermatophore ich (l. c.) bereits beschrieben habe, nur ein Pärchen im Freien in copula angetroffen habe.

a) *Locusta caudata* Charp.

Das Material von dieser Species stammte durchweg aus einem beschränkten Komplex von Feldern bei dem Dorfe Oswitz bei Breslau. Zur Zeit der letzten Häutung wurden Nymphen und Imagines beider Geschlechter an einem Wegrain in dieser Gegend auf Meldestauden, Klettenbüschen etc. am 4. Juni 1913 und den folgenden Tagen gefangen. Die Männchen begannen alsbald ihr von dem Laut der *Loc. viridissima* sehr abweichendes Zirpen hören zu lassen, und am 17. Juli abends kam es beim Zusammensetzen der Geschlechter zur ersten Copulation. Am 21. und 28. Juli fanden je zwei weitere Begattungen statt, von denen also im ganzen 5 beobachtet werden konnten.

Nach der Schilderung Tümpel's von der Copulation von *Locusta viridissima* mußte auch bei unserer Art erwartet werden, daß kein Besteigen des Männchens durch das Weibchen stattfinden, daß vielmehr das Männchen von unten her aktiv das Weibchen mit den Cerci ergreifen würde. Das war aber nicht der Fall. Das Männchen zirpt vielmehr vor dem Weibchen, dreht sich langsam, tanzartig, im Kreise herum (dieses Vorspiel wurde auch in genau gleicher Weise im Freien beobachtet) und streckt schließlich dem Weibchen die stark abwärts gekrümmte Hinterleibsspitze entgegen und versucht, sich unter dessen Kopf und Thorax zu schieben. Ist das

Weibchen zur Begattung geneigt, so ergreift es mit seinen Vorderfüßen, wie dies auch das *Decticus*-Weibchen zu tun pflegt, die dorsale Partie des männlichen Hinterleibes, den es zu belecken anfängt. Nun richtet das Männchen seinen Hinterleib mehr und mehr auf, während nur dessen Spitze gekrümmt bleibt, und diese gekrümmte Spitze stößt mit weit geöffneten Cerci gegen die Ventralfläche des weiblichen Hinterleibes. An ihm entlang gleitet sie, wie bei allen Locustiden, bei denen das Männchen vom Weibchen bestiegen wird, nach hinten, bis die Cerci an zwei Gruben an der Außen-(Ventral-) fläche der weiblichen Subgenitalplatte stoßen. Ihre nach innen sehenden Zähne greifen fest in diese Vertiefungen ein, und damit ist die Befestigung des Männchens am Weibchen vollzogen. Sofort krümmt sich das Männchen noch viel stärker ventral ein, das Weibchen geht weiter vor, und schließlich sehen die Köpfe der beiden Tiere nach verschiedenen Seiten, die Ventralflächen sind einander zugekehrt, und das zweite, niemals das erste Fußpaar des Männchens ergreift die Legeröhre des Weibchens, während das erste sich an irgendeiner Unterlage, bei meinen Gefangenen oft in sehr schwierigen Stellungen am Draht des Gitters, festhält.

Dieses Ergreifen der Legeröhre mit dem 2. Fußpaar, das sich auch bei den Decticiden findet, scheint mir, wenigstens sicher für *Locusta*, kein eigentliches Anklammern zu sein, wie es bei *Ephippigera* und *Phaneroptera* zweifellos der Fall ist. Vielmehr drängt das Männchen die Legeröhre von sich weg, hebt sie dorsalwärts empor, so daß dadurch die Vulva erweitert wird.

Durch die Drehung des Männchens nach hinten werden die Styli seiner Subgenitalplatte an die ventrale Legeröhrenkante angepreßt, die sie genau zwischen sich fassen und auf der sie bei den nun erfolgenden rhythmischen Aus- und Einstülpungen des Penis hin- und hergleiten. Der gesamte ausgestülpte männliche Apparat paßt genau in den durch das Abheben der weiblichen Subgenitalplatte, die von den männlichen Cerci wie ein Deckel aufgeklappt wird, freiwerdenden Raum. Fig. 8, Taf. 2 gibt in schematischer Form die hierbei in Betracht kommenden Gebilde in ihrer gegenseitigen Lage wieder. Am meisten oral (links) sehen wir die von den Cerci des Männchens (*c*) oralwärts abgehobene weibliche Subgenitalplatte (*ls* ♀), am meisten caudal die auf der ventralen Legeröhrenkante mit Hilfe ihrer Styli (*st*) reitende männliche Subgenitalplatte (*ls* ♂). Der durch das Abheben der weiblichen Subgenitalplatte freigewordene Raum wird größtenteils von einer kielförmigen

Erhöhung eingenommen, die die orale Fortsetzung der ventralen Legeröhrenkante bildet, aber mit weicher, obwohl ziemlich straff gespannter Haut überzogen ist (*v*). Auch die Innenfläche der weiblichen Subgenitalplatte, die in der Ruhe dorsalwärts sieht, ist mit weicher, schleimhautähnlicher, an den Rändern gewulsteter, gelblicher Haut ausgekleidet.

Aus dem Spalt der männlichen Hinterleibsspitze, der sich zwischen dem 9. und 10. Segment, also zwischen After und Cerci einerseits, der Subgenitalplatte mit den Styli andrerseits, öffnet, dringt nun der weichhäutige Organkomplex hervor, der die männliche Geschlechtsöffnung und den hornigen Titillator trägt und der in seiner Gesamtheit als Penis bezeichnet wird (*p*). Man kann sagen, daß der Penis während seiner vorbereitenden Tätigkeit bei der Begattung, vor dem Austritt der Spermatophore, ein seitlich komprimiertes glocken- oder kelchförmiges Gebilde darstellt und im Innern dieser Glocke sitzt, wie der Klöppel, der gabelförmige Titillator (*t*). Der freie Rand der Glocke ist mit kontraktilen Lappen oder Warzen versehen (*w*), die, wenn völlig ausgestülpt, sich genau dem Relief der Vulva anschließen. In unserem Schema ist ein Moment unvollständiger Ausstülpung gewählt, um die Genitalien beider Partner erkennen zu lassen.

Dieser Penisapparat tritt aus der männlichen Hinterleibsspitze allmählich, in kurzen, ruckweise ausgeführten Bewegungen, hervor, und noch während seiner völligen Entfaltung wird bereits der Titillator, der eine chitinöse Gabel darstellt, auf die ventrale Legeröhrenkante aufgesetzt und, auf ihr reitend, in oraler Richtung gegen den weichhäutigen Grund der Vulva hingezogen. Während dieser Vorgang rhythmisch wiederholt wird, stülpen sich die Peniswarzen immer mehr aus, bis sie schließlich genau in die oralen Ecken der Vulva, zwischen deren Grund und weiblicher Subgenitalplatte, eingepreßt werden. Dann gleiten sie entlang der weichhäutigen Innenfläche dieser Subgenitalplatte nach außen, und der ganze Apparat wird wieder in den Spalt der männlichen Hinterleibsspitze zurückgezogen. Bei *Locusta caudata* ist der ganze Penis meist rein grün, seltner gelblich-grün.

Diese Ausstülpungen, von denen jede etwa 1 Minute lang dauert, erfolgen nun ununterbrochen hintereinander während der sehr langen Dauer der Begattung. Es scheint, daß einerseits das Gleiten des harten Titillators auf der weichen Haut der Vulva für das Weibchen einen sexualen Reiz abgeben muß, während andrerseits das An-

pressen der Peniswarzen gegen die weiblichen Organe schließlich beim Männchen den Grad gesteigerter Erregung hervorruft, der zur Abgabe der Spermatophore führt.

Die ersten Anzeichen, daß dieser Vorgang erfolgen wird, stärkerer Turgor des Penis, der aufgestülpt bleibt, Austritt der Umgebung der eigentlichen männlichen Geschlechtsöffnung an der mit * bezeichneten Stelle der Figur, treten nach Verlauf von 40—60 Minuten auf. Die ganze bisher beschriebene glockenförmige Penispartie mit dem Titillator entspricht nur dem dorsal von der Geschlechtsöffnung gelegenen Abschnitt dieses Organs. Die ventrale Partie die nun sichtbar wird, trägt vier ganz kleine Schleimhautwärzchen, die aber nur zu sehen sind, solange die Schleimhaut dieser Gegend noch nicht völlig gespannt ist. Nun wird die ganze Umgebung der Geschlechtsöffnung durch die von innen andrängenden Ampullen der Spermatophore ad maximum gespannt, und man sieht diese als kuglige, zunächst glasige, dann weiße Bildungen langsam hervortreten.

Ich habe diesen Akt des Austritts der Ampullen, der bei Locustinen, Decticinen und Ephippigerinen äußerlich übereinstimmend vor sich geht, sehr häufig gesehen, bin aber über einige seiner Einzelheiten noch zu keinem ganz klaren Urteil gelangt. Der eigentliche Stiel der Spermatophore ist als solcher vor seiner Einführung in die Vulva nicht sichtbar. Die Schwierigkeit, das, was bei der Ausscheidung der Ampullen vor sich geht, deutlich zu erkennen, liegt hauptsächlich darin, daß bei den beiden ersten der genannten drei Subfamilien die eigentlichen Samenbehälter gleichzeitig mit einer sie umgebenden, nach ihrer Befestigung caudal von ihnen liegenden, paarigen Hüllmasse austreten, die ich als Ampullenlappen bezeichnen möchte.

Das bei dem Ampullenaustritt zu beobachtende Tatsächliche ist etwa folgendes: aus der stark angeschwollenen gelblich durchsichtigen Umgebung der männlichen Genitalöffnung tritt durch diese selbst ein Paar kugliger Körper aus. Diese Körper, die erst noch weißlich durchscheinend sein können, werden undurchsichtig, leuchtend weiß, und zwar ist dabei schwer zu erkennen, ob in die durchsichtigen Kugeln ein weißes Secret ergossen wird, ob sie von einem solchen umhüllt werden oder ob beides der Fall ist. Manchmal sieht man die Kugeln (bei *Locusta* und *Decticus*) bereits innerhalb des Penis, durch dessen Schleimhaut rein weiß durchschimmernd, sichtbar werden, so daß ihre Fertigstellung bei ihrem Austritt schon

vollendet ist. Nun treten die beiden Kugeln aus der sich in Falten zurückstreifenden Schleimhaut der Geschlechtsöffnung als Ganzes hervor, als leuchtend weiße, bei *Locusta caudata* fast erbsengroße Kugeln, und es erfolgt, ohne daß, wie erwähnt, ein Stiel der Spermatophore sichtbar würde, ihre Einfügung in die Vulva durch eine Bewegung des männlichen Hinterleibes, bei der in oraler und dorsaler Richtung die männliche gegen die weibliche Geschlechtsöffnung gepreßt wird, also eine Bewegung, wie wir sie auch sonst in der ganzen Familie der Locustiden wiederfinden. Es muß angenommen werden, daß der Spermatophorenstiel den Ampullen nachfolgt, aber schon während seines Erscheinens in die Vulva hineingedrückt wird. Die ganze dorsal von der männlichen Geschlechtsöffnung gelegene Penispartie zieht sich im Moment der Ampullenbefestigung vollkommen zurück. Nun tritt eine kurze Ruhepause ein, aber gleich darauf quillt nun in außerordentlicher Fülle die zähe, undurchsichtige Masse der Spermatophorenhülle aus der maximal sich ausdehnenden Genitalöffnung des Männchens hervor, während seine Cerci an der weiblichen Subgenitalplatte haften bleiben.

Die Produktion dieser Secretmassen dauert bei *Loc. caudata* länger als sonst bei Formen mit diesem Typus der Spermatophore (Decticinen, Ephippigerinen). Das Secret tritt in dicken Ballen aus, die zwar im ganzen einigermaßen paarig, aber außerordentlich unregelmäßig und bei den einzelnen Individuen recht verschieden angeordnet sind. Ein Bild von der großen Spermatophore dieser Species gibt Fig. 1, Taf. 2.

Die Dauer des Begattungsvorganges und seiner Phasen soll für die fünf beobachteten Fälle angegeben werden:

Paar No.	Beginn	Austritt der Ampullen	Trennung
I.	6^{15}	7^{15}	7^{27}
II.	6^{07}	7^{09}	7^{20}
III.	6^{20}	7^{12}	7^{25}
IV.	5^{16}	$5^{57\frac{1}{2}}$	6^{07}
V.	5^{59}	6^{40}	$6^{57\frac{1}{2}}$

Daraus geht hervor, daß bis zum Austritt der Ampullen durchschnittlich $51\frac{1}{2}$, von da bis zur Trennung der Geschlechter durchschnittlich $13\frac{1}{2}$ Minuten vergehen, so daß also die Begattung dieser Art in all ihren Einzelphasen verhältnismäßig langer Zeit bedarf.

Der Bau der Spermatophore läßt sich am besten auf

Rasiermesserschnitten studieren, die man an post coitum gut konservierten Weibchen bei genügender Schärfe des Messers leicht durch in situ befindliche Spermatophoren legen kann. Fig. 8, Taf. 3, zeigt einen so gewonnenen Medianschnitt einer Spermatophore von *Locusta viridissima*, von der mir ein besser konserviertes Präparat vorliegt als von der sich in allen Punkten gleich verhaltenden *L. caudata*. Das Charakteristische dieser Art von Spermatophoren hat Boldyrev bereits betont: es finden sich in ihr nicht ein, sondern zwei Paare von Kapseln, von denen Boldyrev die mehr nach innen, in der Vulva gelegenen als eigentliche Ampullen (retortenförmige Hohlräume), „Flacon", und die äußerlich aus ihr hervorragenden als „akzessorische Reservoire" auffaßt. Die Abbildung zeigt eine der weißen gebogenen, inneren Kapseln und eine der äußeren, die ich für die eigentliche Ampulle halten möchte und die in den „Ampullenlappen" liegen. Gerade bei den *Locusta*-Arten ist die innere Kapsel von der äußeren scharf geschieden.

Bei der Einbringung der Spermatophore in die Vulva ist von den inneren Kapseln nichts zu sehen; die äußeren sind das, was bei der Copulation als die beiden aus dem Penis austretenden weißen Kugeln auffällt, denen sich erst später der „Spermatophylax" anfügt.

Zunächst sind diese beiden Kugeln undurchsichtig weiß, sie werden aber später glasig durchsichtig. Solange sie noch undurchsichtig sind, machen sie auf dem Schnitt den Eindruck ziemlich massiver Körper. Sie müssen also, um durchsichtig zu werden, einen Inhalt entleeren, und das ist wohl auch zweifellos der Fall. Über die eigentliche morphologische Bedeutung der beiden Kapselpaare soll noch später in einer zusammenfassenden Übersicht nach der Besprechung der beiden nächsten Subfamilien einiges gesagt werden.

b) *Locusta viridissima* L.

Während es mir im letzten Sommer bei meinem Aufenthalt in Hökendorf (Pommern) trotz ziemlich reichlichen gefangenen Materials nicht gelungen ist, die dort überaus häufige *Locusta cantans* Füssli zur Copulation zu bringen, habe ich ebendort am 4. August ein Pärchen von *Locusta viridissima* in copula [1]) auf einer Distelstaude in einem Haferfelde angetroffen. Wenn Tümpel, der anscheinend

1) von der schon Bolivar eine vorzügliche, Teil I dieser Abh., p. 501 wiedergegebene Schilderung gibt.

nur die Abbildung Bolivar's (Fig. C) beschreibt, meint, das Männchen unserer Species müsse bei der Copulation mit dem Kopf nach unten sitzen, so bewies mir mein Fall, daß das nicht notwendig ist, hier saß gerade das Weibchen mit dem Kopf nach unten. Die Stellung war ganz so, wie Bolivar sie abbildet (Fig. D), nur hielt das Männchen mit dem zweiten Beinpaar die Legeröhre des Weibchens umfaßt, und seine Cerci waren genau so wie bei *L. caudata* an der Außenseite der weiblichen Subgenitalplatte befestigt. Überhaupt war, wie ja auch zu erwarten, zwischen der Begattungsstellung von *L. caudata* und *viridissima* kein Unterschied festzustellen. Es scheint mir daher, solange nicht das Gegenteil bewiesen, in höchstem Maße wahrscheinlich, daß auch in beiden Fällen die Tiere auf gleiche Weise in diese Stellung zueinander kommen, daß also auch bei *L. viridissima* beim Beginn der Begattung, entgegen Tümpel's Angabe, das Männchen vom Weibchen bestiegen wird.

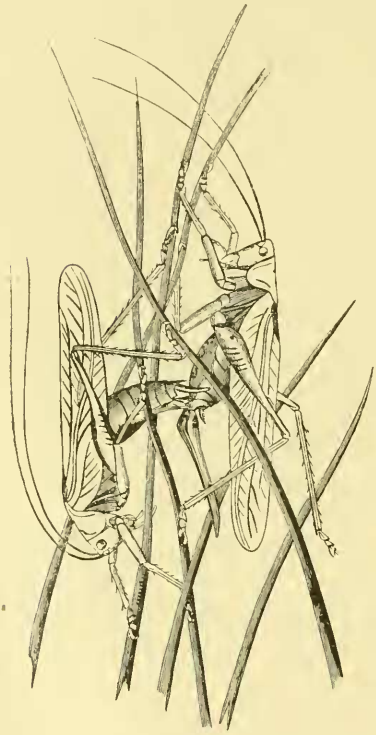


Fig. D.
Begattungsstellung von *Locusta viridissima* (nach Bolivar).

Der weitere Verlauf der Begattung, das Aus- und Einstülpen des hier weniger grün gefärbten Penisapparats, der Austritt der Ampullen und des Restes der Spermatophore, ist bei beiden Arten fast völlig gleich. Die Tiere wurden um 4^{15} aufgefunden, 5^{11} wurden die Ampullen sichtbar, 5^{18} trennten sich die Tiere, so daß also die Absonderung der Spermatophorenhülle unwesentlich kürzere Zeit in Anspruch nahm als bei *L. caudata*.

Die Spermatophore, die aus dieser Vereinigung hervorging, zeigt Fig. 2, Taf. 2. Sie gleicht fast vollständig einer von mir 1912 gefundenen, die ich (l. c. tab. 18 fig. 10a) abgebildet habe, und zeigt, wie ein Vergleich mit Fig. 2, Taf. 2 lehrt, eine etwas andere Form als die Spermatophore von *L. caudata*. Sie ist weniger unregelmäßig und

höckerig, etwas symmetrischer, nicht ganz so voluminös. Im frischen Zustand sind ihre beiden größten und am meisten ventral gelegenen Lappen durchscheinend mit ausgesprochen eigelben Flecken, was auch schon an der frischen Spermatophore von 1912 festgestellt wurde. Die sonstige Struktur ist aber mit der von *L. caudata* übereinstimmend, so daß die Unterschiede, die konstant zu sein scheinen, sich nur in dem Relief der Hülle ausdrücken. Beide Spermatophoren gehören im übrigen durchaus dem gleichen Typus an, wie auch in dem Begattungsmodus selbst keine nennenswerten Unterschiede vorhanden zu sein scheinen. Einen Medianschnitt durch die Spermatophore dieser Art in der Vulva des Weibchens zeigt Fig. 8 Taf. 3.

5. Subfam. *Decticini*.

Obwohl ich im ersten Teil dieser Studie (p. 489 ff.) bereits Copulation und Spermatophore von *Decticus verrucivorus* beschrieben habe, so muß ich doch noch einmal hier auf diese Art zu sprechen kommen, und zwar aus zwei Gründen: einmal habe ich meine damaligen wenigen (2) Beobachtungen an freilebenden Tieren inzwischen durch das Studium reichlichen Materiales von Gefangenen ergänzen und in mancher Beziehung vervollständigen können, so daß ich über einige Fragen Antwort erhielt, die ich damals offen lassen mußte. Zweitens beschäftigt sich Boldyrev's inzwischen erschienene Arbeit in erster Linie mit der Copulation von *Decticus* und der einiger anderer Decticiden, darunter der von *Platycleis roeseli*, die ich gleichfalls schon geschildert habe; außerdem beschreibt Boldyrev aber auch noch die Spermatophore von *Olynthoscelis pontica*, die viel Interessantes bietet.

Ich habe die Copulation von *Thamnotrizon cinereus* und *Rhacocleis discrepans* neu beobachtet, den riesigen Decticiden *Psorodonotus fieberi*, von dem ich am Monte Maggiore 5 Männchen und 1 Weibchen fing, konnte ich nicht zur Copulation bringen. Bemerkt sei hier nur, daß das Männchen dieser Form, wenn man es ergreift, sein sehr lautes Zirpen hören läßt, ebenso wie die *Ephippigera*-Arten.

Decticus albifrons Fabr.

Von der Begattung und Spermatophore dieser schon von Fabre studierten Art hat Boldyrev eine ausführliche Schilderung gegeben und auch eine Zeichnung der Begattungsstellung beigefügt. Ich

möchte mir die Bemerkung erlauben, daß auf dieser Zeichnung wohl irrtümlich die Cerci als caudal von der weiblichen Subgenitalplatte, in die Vulva selbst eingreifend dargestellt sind. Abweichend von der Stellung bei *D. verrucivorus* ist die stärker caudal umgebogene Haltung des Männchens, dessen Flügelspitzen bei *D. verrucivorus* immer noch den Kopf des Weibchens berühren. Sonst ist alles ebenso wie bei der einheimischen Art, insbesondere hält auch hier, wie bei allen Decticiden, das Männchen die Legeröhre des Weibchens zwischen dem 2. Paare seiner Vorderfüße.

Die Spermatophoren von *Decticus albifrons* und *verrucivorus* werden von Boldyrev eingehend beschrieben und abgebildet (Fig. E). Seine Befunde sollen hier im Anschluß an die meinigen an *D. verrucivorus* gewonnenen besprochen werden.

a) *Decticus verrucivorus* L.

Die Begattung von *Decticus verrucivorus* wurde schon frühzeitig in diesem Sommer (zuerst am 4. Juli) an größtenteils aus Hökendorf mitgebrachten, teilweise aber auch auf Wiesen bei Breslau gefangenen Exemplaren in 8 Fällen beobachtet. Ich habe meiner früheren Schilderung (l. c., p. 489 ff.) wenig zuzufügen. Genauer als früher konnte ich das Spiel des Titillators beobachten, der, wie für *Locusta caudata* beschrieben, innerhalb der Vulva auf dem Grunde der Legeröhre hin- und herbewegt wird. Die Ausstülpung des Penis geschieht in rascheren Intervallen und auch bei jedem einzelnen Male schneller als bei den *Locusta*-Arten, mit deren Begattungsmodus sonst, bis auf die in allen Phasen kürzere Zeitdauer, der von *Decticus* im wesentlichen übereinstimmt. Als Zeitdauer der Begattung bei unserer Art habe ich mit fast absoluter Regelmäßigkeit 8 Minuten gemessen, und zwar vergingen 5 Minuten bis zum ersten Anzeichen des Erscheinens der Ampullen. — Die Stellung weicht von der von *Locusta* darin ab, daß das Männchen hier lange nicht so stark unter dem Weibchen nach hinten gebogen ist. Das zweite Fußpaar drückt gegen die Legeröhre, das erste greift nach irgendwelchen Gegenständen der Umgebung. Einmal erfolgte bei meinen Gefangenen ein Coitus an der Drahtdecke des Behälters, wobei beide Partner hängen mußten, sonst immer wie auch im Freien im Grasboden.

Was den Austritt der Spermatophore anbelangt, so erfolgt er in der Hauptsache wie bei *Locusta*. Die beiden Ampullen

mit ihrer weißen Hülle treten während der Höhe der Erregung des Männchens aus, dann folgt rasch die eigentliche Spermatophorenhülle, der „Spermatophylax“ Boldyrev's, der hier so in einem Guß hervortritt, daß man den Eindruck hat, es werde ein im ganzen vorher im Körper des Tieres fertig vorbereiteter Gegenstand durch eine Art von Geburtsvorgang herausgepreßt. Diese Auffassung hatte ich noch beim Niederschreiben meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand, weil ich damals außer der Begattung einiger Decticiden nur noch die von *Diestrammena* und die zweier Phaneropteriden kannte. Schon damals betonte ich, daß bei *Leptophyes* die Spermatophorenhülle allmählich secerniert werde. Ich bin jetzt durch Vergleichung eines viel umfangreicheren Materials zu der Überzeugung gekommen, daß bei allen Locustiden die eigentlichen Ampullen als Ganzes ausgestoßen, daß aber da, wo sie von besonderen „Ampullenlappen“, wie ich es nennen möchte, umgeben werden, diese um die Ampullen während ihres Austrittes secerniert werden. Der „Spermatophylax“ wird wohl immer erst nach der Befestigung der Ampullen als mehr oder minder zähe Masse abgesondert; die relativ nicht übermäßig große Spermatophore der Decticiden (s. Fig. 8, Taf. 2) würde bei manchen Arten zwar die männliche Geschlechtsöffnung passieren können, für die ungeheuren Secretmassen, die von den Männchen von *Tylopsis*, *Locusta* und *Ephippigera* produziert werden, wäre das nicht möglich. Auf dem Medianschnitt ähnelt die Struktur der Spermatophore von *Decticus* im ganzen sehr der von *Locusta*, doch sind die inneren Kapseln der Spermatophore viel weniger tief in die Vulva des Weibchens eingesenkt als dort. Die äußeren Kapseln (Boldyrev's akzessorische Hohlräume) sind hier ähnlich angebracht wie bei *Locusta*, was aus der Boldyrev entnommenen Fig. E hervorgeht. Auch bei *Decticus* finden wir jenen bei *Locusta* beschriebenen Vorgang, daß diese weißen, nach der Begattung unmittelbar dorsal von dem großen Klumpen der Freßsubstanz gelegenen Kapseln allmählich durchsichtiger werden, obwohl noch lange ein weißlicher Kern in ihnen sichtbar bleibt.

Es kann nun nach Boldyrev's Untersuchungen nicht zweifelhaft sein, daß die eigentliche große Spermamasse in den inneren Kapseln enthalten ist, während dieser Autor die Frage nach der Funktion der äußeren offen lassen muß.

Vielleicht läßt sich aber, obwohl die physiologischen Vorgänge, die sich in den innersten Teilen der Spermatophore abspielen, der direkten Beobachtung entzogen sind, hier eine Vermutung aussprechen:

Es wäre wohl möglich, daß die äußeren Kapseln dieser Spermatophoren etwas zu tun hätten mit der Bildung der Eiweißhülle, die Spermatozoenmassen im Receptaculum seminis zu den „Spermatodosen“ (Cholodkovsky) vereinigen, die Siebold zuerst bei *Decticus verrucivorus* entdeckt hat. Es scheint eine Art von Arbeitsteilung in der ursprünglich einheitlichen Ampulle jeder Körperseite insofern aufgetreten zu sein, als die innere Kapsel als Spermareservoir, die äußere als Eiweißbehälter ausgebildet ist. Boldyrev schreibt, daß noch vor dem Eindringen des Spermas ins Receptaculum Eiweiß hineinströme, das nachher die Spermatodosenhülle bildet. Boldyrev scheint außerdem einen temporären Zusammenhang zwischen äußeren und inneren Kapseln anzunehmen, da er schreibt: „schon 20 Minuten nach der Befruchtung standen diese Reservoire in keinem Zusammenhange mit den retortenförmigen Hohlräumen und den Geschlechtsgängen des Weibchens.“

Mir kommt es also nach meinen gerade zur Aufklärung dieser komplizierten Verhältnisse intensiv betriebenen Beobachtungen an den drei in Frage kommenden Subfamilien der Locustiden, Decticiden und Ephippigeriden so vor, als ob die Ampullenlappen allmählich durch Entleerung ihrer eiweißhaltigen Rindensubstanz zu hohlen Körpern würden.

Es wurde (l. c., p. 494, vgl. außerdem Fabre und Boldyrev) geschildert, daß *Decticus* die Hülle der Spermatophore auf einmal abreißt und dann langsam zerkaut und auffrißt. Die Demarkationslinie, längs derer sich die Hülle von den Ampullen bei diesem Vorgang trennt, verläuft so, daß die ganzen Ampullenlappen mit dem Spermatophorenstiel in der Vulva befestigt bleiben. Bei einem Weibchen, das ich unmittelbar nach der Copulation mit der Spermatophore konservieren wollte, mißlang mir dies zweimal deshalb, weil die ventrale Partie der Spermatophore in dem Augenblick abfiel, in dem ich das Weibchen, und zwar am Prothorax, ergriff. Beide Spermatophoren stammten von dem gleichen Männchen. Bei ihnen muß die erwähnte Demarkationslinie besonders scharf ausgeprägt gewesen sein. Später gelang es mir in zwei Fällen leicht, von anderen Männchen produzierte Spermatophoren am Weibchen zu konservieren.

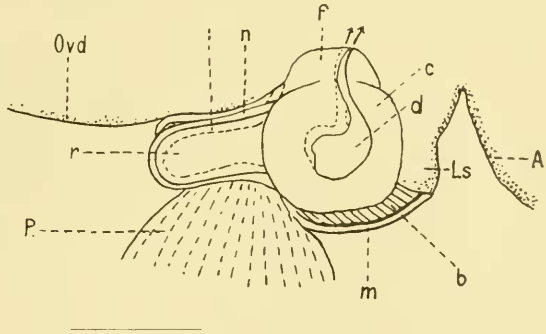
Sicherlich bestehen noch mancherlei Unklarheiten in der Beantwortung der Frage nach der Bedeutung der Ampullenlappen und der Boldyrev'schen „akzessorischen Hohlräume“. Ich glaube, daß diese Unklarheiten nur durch immer genaueres Studium der Spermatophore während der Entleerung des Spermas ins Receptaculum seminis

einigermaßen werden beseitigt werden können, am konservierten Material werden sich manche Fragen schwer lösen lassen.

Ich habe mein Material von *Decticus verrucivorus* ferner noch zur Entscheidung der Frage verwandt, ob bei dieser Species ein- oder mehrmalige Begattung die Regel ist. Ein Weibchen, das gleiche, bei dem zweimal die ventrale Partie der Spermatophore abfiel, begattete sich viermal. In zwei Fällen konnte es in Ruhe die ganze Spermatophore fressen, in zweien nur die Ampullen. Ein anderes Weibchen begattete sich zweimal. Zwei wurden gleich nach der Copulation getötet, eines begattete sich nur einmal und begann dann schon mit der Eiablage. Was die Fähigkeit der Männchen anbelangt, die Begattung zu wiederholen, so lieferte ein Männchen vier, ein anderes zwei Spermatophoren. In beiden Geschlechtern ist also wiederholte Begattung möglich.[1]) Wieweit im Freien diese Möglichkeit ausgenutzt wird, ist natürlich schwer zu entscheiden. Ich nehme an, daß zu einem Männchen, solange es zirpt und zeugungsfähig ist, mehrere Weibchen kommen werden, und es ist kein Gegengrund, weshalb nicht auch ein Weibchen im Freien mehrere Männchen aufsuchen sollte.

Fig. E.

Spermatophore (halbschematisch) von *Decticus*. *Ovd* Legeröhre. *ls* weibliche Subgenitalplatte. *b* ihre Lappen. *m* Schleimschicht auf deren Lappen. *c* Wandung, *f* Hals, *d* Binnenraum der Ampulle. *r*, *i*, *n* akzessorische Hohlräume (hier als primäre Ampullen aufgefaßt) mit doppelter Wand. *P* Spermatophylax (nach Boldyrev).



Hier soll noch kurz hingewiesen werden auf Boldyrev's Angaben über *Platycleis roeseli* Hagenb., dessen Begattung und Spermatophore auch von mir (l. c., p. 495) beschrieben wurde, und über *Olynthoscelis pontica* Retow (Spermatophore). Boldyrev gibt eine vortreffliche schematische Zeichnung des Baues der Spermatophore mit den Ampullen und den akzessorischen Räumen (Fig. F). Wegen ihrer Klarheit gebe ich diese Figur hier wieder sowie das

1) Vgl. Boldyrev, l. c., p. 53.

äußere Bild der Spermatophore der zweiten Art (Fig. G), bei der die Ampullen viel tiefer in die Vulva eingesenkt sind als bei *Platycleis* oder gar bei *Decticus*. So ist bei dieser Art von außen nur der „Spermatophylax" zu sehen. Auch bei *Olynthoscelis* beschreibt Boldyrev die „ergänzenden Reservoire", die er für *Decticus* schildert.

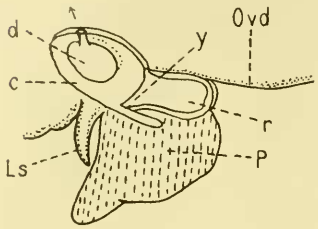


Fig. F.

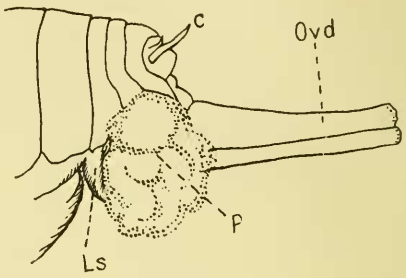


Fig. G.

Fig. F. Spermatophore von *Platycleis roeseli*. *c* Ampulle, *d* ihr Binnenraum. *r* akzessorisches Reservoir (hier als primäre Ampulle betrachtet). *y* Stütze des Spermatophylax. *p* Spermatophylax. *Ovd* Legeröhre, *s* Subgenitalplatte des Weibchens (nach Boldyrev).

Fig. G. Spermatophore von *Olynthoscelis pontica* in situ. *c* Cerci. *Ovd* Legeröhre, *Ls* Subgenitalplatte des Weibchens. *p* der allein von der Spermatophore sichtbare Spermatophylax (nach Boldyrev).

b) *Thamnotrizon cinereus* L.

Die Spermatophore dieser gemeinen Art habe ich schon (l. c., p. 497, tab. 18 fig. 9) beschrieben und abgebildet, die Copulation konnte ich erst im letzten Sommer in drei Fällen beobachten, und zwar jedesmal am Nachmittag, während die Weibchen vormittags nicht auf das Zirpen der Männchen reagierten. Wie es bei den Decticiden üblich, spielt bei der Einleitung der Begattung das Weibchen die mehr aktive Rolle, es betastet lange die Fühler des sich immer tiefer krümmenden Männchens mit den seinen und steigt diesem endlich auf den Rücken. Das alles geht bedeutend langsamer vor sich als bei *Decticus*. Die Stellung ist die bei allen bisher bekannten Decticiden übliche: das Männchen ist stark gekrümmt und hält mit dem zweiten Fußpaar die Legeröhre des Weibchens von sich weg. Auch das Weibchen ist ventral stark eingekrümmt (s. Fig. 7, Taf. 2). Während der ersten Periode der Copulation erfolgen Aus- und Einstülpungen des Penis wie bei *Decticus*. Wodurch nun die Copulation dieser Art, und zwar, worauf Wert zu legen ist, in allen drei beobachteten Fällen, sich von der aller

anderen bekannten Locustiden unterschied, das ist der Umstand, daß sie mehrfach unterbrochen wurde. Zweimal wurde sie plötzlich ohne ersichtlichen Grund abgebrochen, obwohl die Cerci des Männchens ganz normal an der Subgenitalplatte des Weibchens befestigt waren. Auch wenn schließlich die Spermatophore erscheint, läßt vorher von Zeit zu Zeit das Männchen das Weibchen frei, das dann entweder, ohne seine Stellung zu verändern, wie auch im Anfang, den Rücken des Männchens benagt, bis dieses die Begattung fortsetzt, oder auch dessen Rücken verläßt, um ihn gleich darauf wieder zu besteigen.

Am 17. August dieses Jahres begann um 4^{32} nachmittags die Copulation eines *Thamnotrizon*-Paares. Dreimal ließ das Männchen das Weibchen los, das dazwischen jedesmal dessen Abdomen beleckte. 4^{51} begann dann der Austritt der Ampullen der Spermatophore, dann quoll, ähnlich wie bei *Locusta*, die dicke undurchsichtige Masse hervor, die schließlich die Ampullenlappen so umgreift, daß sie nur zum Teil sichtbar bleiben. 4^{55} erfolgte die Trennung der Tiere.

Ein zweites Paar copulierte am 27. August um 4^{42} nachmittags. 4^{43} erfolgte bereits eine, diesmal vollständige Trennung, darauf Wiedervereinigung, 4^{44} und 4^{45} kurze Trennung. 4^{46} erfolgt wieder eine Vereinigung; diesmal kommt es schon 4^{48} zum Austritt der Ampullen, 4^{51} ist die Copulation zu Ende, die das Weibchen aktiv auflöst.

Die Spermatophore (Taf. 1 Fig. 9) fällt durch ihre unregelmäßige Form auf und dadurch, daß ihr sagittaler Durchmesser den queren übertrifft. Sie ist kaum in zwei Hauptlappen gespalten, wie das sonst bei Decticidenspermatophoren meist den Fall ist. Einen Sagittalschnitt durch diese Spermatophore stellt Taf. 3 Fig. 11 dar. Auch hier finden wir zwei Paare von Hohlräumen, vor denen die inneren, Boldyrev's retortenförmige Räume, hier fast so tief in die Vulva eingedrückt sind wie bei *Locusta*. Die „Ampullenlappen" sind von der dicken Masse der Hüllsubstanz dicht umgeben, so daß sie in caudaler Richtung nicht frei hervorragen. Somit scheinen Anklänge an die von Boldyrev bei *Olynthoscelis pontica* geschilderten Verhältnisse vorzuliegen, was bei der nahen Verwandtschaft beider Gattungen nicht überraschend sein kann.

c) *Rhacocleis discrepans* Fieb.

Von dieser in der Nähe von Rovigno unter und auf Gebüsch außerordentlich häufigen Art wurden an Gefangenen vier Copulationen beobachtet. Die Einleitung der Begattung und die Stellung

dabei erinnern sehr an *Thamnotrizon cinereus*, doch sind einige Unterschiede festzustellen. Die Begattung erfährt keine Unterbrechung. Nach 9—10 Minuten erscheinen die Ampullen, und eine Minute darauf ist bereits die rundliche, relativ nicht große Spermatophorenhülle herausgepreßt. Das Weibchen, das manchmal während des Schlußaktes den Rücken des Männchens beleckt, streift das Männchen mit Hilfe eines Sprungbeines von sich, dieses wird dadurch von der im Weibchen bleibenden Spermatophore gelöst, und die beiden Tiere trennen sich. Auch hier hält das Männchen die Legeröhre des Weibchens zwischen den Tarsen seines zweiten Fußpaares, die Bewegungen des Penis und Titillator sind, wie bei *Thamnotrizon*, sehr heftig.

Die Spermatophore hat kleine Ampullenlappen, die Hülle ist hier in zwei paarigen, runden, weißen Lappen angeordnet, die sehr leicht von den Ampullen zu lösen sind. Wie bei *Decticus* wird bei dieser Art die Spermatophorenhülle (ca. 10 Minuten post coitum) in toto von den Ampullen gelöst, und zwar läßt sich hier leicht feststellen, daß die Ampullen allein in der Vulva zurückbleiben (s. Fig. 10, Taf. 1).

Auf dem Medianschnitt durch die Spermatophore zeigt sich, daß in ihr die Ampullenlappen weniger weit caudal von den inneren Kapseln liegen, ein Befund, auf den noch einmal eingegangen werden soll.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt, daß am 8. September zwischen Lupoglava und dem Monte Maggiore ein Weibchen von *Thamnotrizon dalmaticus* mit frischer, verhältnismäßig sehr kleiner, runder, an die von *Rhacocleis* erinnernder Spermatophore aufgefunden wurde, die unterwegs verzehrt wurde.

Alles in allem kann festgestellt werden, daß die Spermatophore der Decticiden in der Ausbildung zweier Paare von Hohlräumen und in der Gesamtanordnung der der Locustiden ähnlich gebaut ist. Die Hülle (der Spermatophylax) erreicht nicht die Dimensionen wie bei *Locusta*. — Die Begattungsstellung ist, soweit bisher bekannt, bei den Decticiden überall gleich, das Männchen ist ventral viel weniger weit unter dem Weibchen zurückgebogen als bei *Locusta*, wie bei dieser Gattung hält sein zweites Fußpaar die Legeröhre des Weibchens und drückt sie dorsalwärts. Die rhythmischen Bewegungen des Titillators werden auch hier ausgeführt, die Begattung dauert aber meist kürzer als bei *Locusta*, bei *Thamnotrizon cinereus* wird sie einige Male unterbrochen und wieder fortgesetzt.

Von Interesse wäre es, das Verhalten der recht abweichend gebauten Art *Psorodonotus fieberi*, deren Copulation zu beobachten mir in diesem Jahre nicht gelungen ist, kennen zu lernen.

Subfam. *Ephippigerini*.

a) *Ephippigera limbata* Br.

Diese Art ist im istrianischen Karst und an den Hängen des Monte Maggiore besonders auf Juniperusbüschen ungemein häufig, und das Zirpen der Männchen ertönt im Sonnenschein allenthalben. Die Weibchen sind viel seltener, und ich habe von ihnen nur 7 Stück gefunden. Im Gebirge findet sich überall die Forma minor dieser Species, am letzten Tage meines Rovigneser Aufenthaltes fand ich dicht bei Rovigno ein Weibchen der Forma major, das am 8. Oktober in Breslau mit einem Männchen der kleineren Form copulierte und dabei photographiert werden konnte (Taf. 1 Fig. 1 u. 2).

Es ist längst bekannt, daß bei *Ephippigera* beide Geschlechter zirpen können und daß es außerdem bei dieser Gattung außer dem von Männchen und Weibchen, von diesem allerdings sehr viel leiser, ausgeübten Zirpen aus Begattungstrieb noch ein Zirpen des Schreckens, der Abwehr gibt, das beim Ergreifen der Tiere, besonders beim Anfassen am Prothorax, prompt ertönt. Die Art ist ausschließlich im Sonnenschein wirklich lebhaft.

An Gefangenen wurden fünf Copulationen beobachtet, eine noch in Rovigno, die übrigen vier in Breslau. Der Verlauf der Begattung bietet mancherlei Besonderheiten, die teilweise schon von Bérenguier [1]) für *Eph. terrestris* Yers. geschildert worden sind. Ich muß hier noch einmal auf die schon früher (l. c., p. 484) herangezogene Schilderung dieses Autors kurz eingehen.

Bérenguier schildert, wie das Männchen das Weibchen ergreift: (Le mâle) se glisse à reculons sous la ♀ qui de son côté, relevée sur le plus haut de ses pattes, grimpe en partie sur le dos du ♂ dont l'extrémité abdominale est en ce moment complètement recourbée la face ventrale en haut. Les cerques saisissent brusquement la plaque sousgénitale de la ♀ et implantent leurs crochets latéraux dans les petites impressions situées de chaque côté de

1) P. Bérenguier, Notes orthopterologiques, IV—VII, in: Bull. Soc. Ét. Sc. nat. Nîmes, Vol. 36, 1908.

cette plaque qui devient baillante tandis que la plaque sousgénitale du ♂ s'applique au dessous de l'oviscapte et que les titillateurs s'insinuent dans l'entrebaillement de la plaque sousgénitale de la ♀."

Bei *E. limbata* wird die Copulation dadurch eingeleitet, daß das Weibchen beginnt, die Dorsalfläche des männlichen Hinterleibes zu benagen. Dann rückt es, was sehr lange dauern kann, allmählich immer weiter nach vorn, wobei es dieses Benagen immer fortsetzt und auch auf die Flanken des Männchens ausdehnt. Das Männchen sitzt während dieser Zeit still, und ich habe niemals gesehen, daß es aktiv nach hinten unter das Weibchen gekrochen wäre. Schließlich gelangt das Weibchen mit seinen Mundteilen bis auf Pronotum und Hinterkopf des Männchens, und die Berührung dieser Teile löst die eigentümliche Haltung des Hinterleibsendes aus, die Bérenguier schildert. Die Analpartie des Männchens mit den Cerci biegt sich dorsal aufwärts und gleichzeitig oralwärts, so wie der Stachel des Skorpions, wenn er stechen will. Das Weibchen senkt die Legeröhre etwas, und nun kommt die weibliche Subgenitalplatte, wie es Bérenguier schildert, so zwischen die Cerci des Männchens zu liegen, daß deren mediale (nicht laterale, wie Bérenguier sagt) Zähne mit einem plötzlichen Ruck in zwei Gruben der Platte einspringen. Nun sind die Tiere außerordentlich fest verbunden, und aus dem 9. Segment des Männchens tritt der Penis mit dem Titillator aus.

Was diesen Begattungsanfang von dem anderer Locustiden unterscheidet, ist vor allem die abweichende Körperhaltung des Männchens. Bei allen anderen mir bekannten Locustiden, außer bei *Diastrammena*, krümmt das begattungslustige Männchen den Hinterleib mit der Spitze tief abwärts. Hier ist dies nicht der Fall, sondern das Männchen sitzt während des Aufsteigens des Weibchens in gestreckter Haltung und biegt dann sogar die Hinterleibsspitze hoch empor.

Was nun, nach einigen Sekunden bis einigen Minuten, erfolgt, ist die Umdrehung des Männchens unter dem Weibchen, die durch einen Sprung des letzteren, ganz ähnlich wie bei *Meconema* (S. 16), bewirkt wird. Für *E. terrestris* schildert Bérenguier diesen Sprung sehr anschaulich: „A ce contact, la ♀ lâche le pronotum du ♂ qu'elle mordillait et esquisse un bond en avant qui a pour effet de culbuter le ♂ dont les organes génitaux ne lâchent pas prise et qui se trouve de la sorte couché sur le dos, la

tête en arrière et sous l'oviscapte de la ♀ auquel il se cramponne à l'aide de ses membres antérieurs, les postérieurs en partie repliés."

Von dieser Stellung, die bei *E. limbata* in ganz gleicher Weise eingenommen wird, gibt Fig. 1, Taf. 1 eine Darstellung. Man sieht, wie das zweite Beinpaar auch hier die Legeröhre des Weibchens dorsal in die Höhe drückt, während das erste an ihr einen Halt sucht und sie umschließt. Von der Stellung, die *Meconema* bei der Copulation einimmt, unterscheidet sich die von *Ephippigera* dadurch, daß *Meconema* sich nur mit den Kiefern, *Ephippigera* mit den Füßen an der Legeröhre festhält und deshalb tiefer unter dieser herabhängt.

Während nun Bérenguier die weiteren Vorgänge bei der Copulation von *E. terrestris* so schildert, daß alles sich in kürzester Zeit abspielt, ist dies bei *E. limbata* keineswegs der Fall. Bérenguier schreibt: „Presque immédiatement [nach dem Sprung des Weibchens] les flancs du ♂ se contractent avec violence, le spermatophore surgit, les titillateurs s'écartent pour lui livrer passage; en quelques secondes le spermatophore est fixé, puis, d'un brusque mouvement, la ♀ se sépare du ♂ qu'elle abandonne couché sur le dos . . ."

Bei *E. limbata* beginnen nach dem Sichüberschlagen des Männchens heftige, rhythmische Ausstülpungen des Penis, und genau wie bei *Locusta* und *Decticus* wird der Titillator im Grunde der Vulva hin- und herbewegt. Genau wie dort pressen sich bei jeder maximalen Entfaltung des voluminösen Schleimhautkomplexes zwei seitliche Warzen in die sie genau aufnehmenden Ecken der Vulva hinein. Die männliche Geschlechtsöffnung bleibt geschlossen, sie ist von drei Lappen umgeben, einem dorsalen medianen unpaaren und zwei ventralen paarigen. In der ausgestülpten Schleimhaut sieht man deutlich den Verlauf gegabelter, weißer Tracheen.

Die Dauer dieser Preßbewegungen ist unter normalen Umständen verhältnismäßig sehr lang. In einem Falle hatte sich das Weibchen mit der Spitze seiner Legeröhre in den Maschen des Drahtkäfigs verfangen und konnte deshalb den Sprung nach vorwärts nicht ausführen, und das Männchen gelangte nicht in die normale Begattungsstellung, die aber eingenommen wurde, als ich nach etwas über einer Stunde das Weibchen aus seiner Lage befreite. In diesem Falle dauerte die Copulation, die mit der Abgabe einer normalen Spermatophore endete, fast 2 Stunden. Ich gebe die einzelnen Abschnitte der beobachteten Begattungen hier an, die sämtlich vormittags stattfanden.

Paar No.	Datum	Beginn	Austritt der Ampullen	Trennung	Bemerkungen
I.	15./9.	8^{42}	9^{13}	9^{15}	Rovigno
II.	22./9.	11^{03}	12^{52-53}	12^{55}	abnorm
III.	23./9.	9^{55}	10^{40}	10^{42}	Breslau
IV.	8./10.	12^{12}	—	12^{52}	
V.	13./10.	10^{41}	11^{16-17}	11^{20}	

Wenn wir von dem zweiten, abnormen Falle absehen, so erfolgt also der Austritt der Ampullen nach 31—45 Minuten. Der Austritt der Ampullen selbst dauert ca. 1 Minute, der Rest der Spermatophore wird in 2—3 Minuten zutage gefördert. Wie Fig. 11, Taf. 1 lehrt, ist diese Spermatophore ganz außerordentlich groß im Verhältnis zum Körper des Tieres, besonders des sie produzierenden Männchens. Es ist erstaunlich, daß diese Spermatophore zu ihrem Austritt viel kürzere Zeit braucht als die relativ etwas kleinere von *Locusta*, die ihr sonst im ganzen Aufbau ungemein ähnelt.

Den Vorgang ihres Erscheinens habe ich jedesmal mit großer Deutlichkeit, einmal besonders gut unter dem Seibert'schen binokularen Mikroskop, verfolgen können. Er spielt sich äußerlich so ab wie bei *Locusta*; zunächst wird die männliche Geschlechtsöffnung, unter kurzen rhythmischen Kontraktionen der Penisschleimhaut durch die von innen vordrängenden Ampullen, stark vorgewölbt, die sie begrenzenden drei Klappen klaffen und lassen die weißen Kugeln der auch hier sehr ausgebildeten Ampullenlappen sichtbar werden, die rasch zu außerordentlicher Größe anwachsen und, sowie die Penisschleimhaut ganz über sie hinweggestreift worden ist, mit einem Ruck in der Vulva befestigt werden. Dabei sieht man, daß sie birnförmig sind mit oral gerichtetem Stiel. Nun quillt, oral von den Ampullen, rechts und links aus den Winkeln zwischen der dorsalen und den ventralen Klappen der männlichen Geschlechtsöffnung je ein glasiger, zäher Schleimtropfen, und unter die Oberfläche dieses Tropfens quillt nun die unregelmäßig gelappte Hauptmasse der Spermatophore, die wie bei *Locusta caudata* angeordnet ist. Der zähe, vorher ausfließende, glasige Schleim hat offenbar die Aufgabe, eine feste Verbindung zwischen Ampullenlappen und der Spermatophorenhülle herzustellen.

Die ganze Spermatophore ist zunächst rein weiß. Bérenguier sagt von der von *E. terrestris*: „Le spermatophore est d'une forme presque sphérique, partagé par de légers sillons en quatre lobes, les

supérieurs deux fois moins volumineux que les inférieurs, d'une couleur blanc nacré qui tourna rapidement en jaune d'ivoire . . ."

Es wird also hier eine Farbenänderung bei der Spermatophore beschrieben. Fischer[1]) schildert die Spermatophore von *E. vitium* als erbsengroß, symmetrisch, halbdurchsichtig, eiweißartig; über die Ampullen sagt er: „ad cuius basin utrinque bulla magis hyalina cum nucleo croceo vel aurantiaco conspicienda erat".

Bei *E. limbata* sind nun diese „Nuclei aurantiaci" in der Spermatophore einige Zeit nach dem Coitus zu sehen, während die Ampullen als dicke undurchsichtige Kugeln austreten. Es tritt also auch hier eine Farbenänderung innerhalb der Spermatophore auf, die sich lediglich an den Ampullen abspielt und die geeignet erscheint, über deren Bau einige Aufklärung zu geben, insbesondere über den der „Ampullenlappen".

Betrachtet man ein Weibchen unserer *Ephippigera*-Art etwa $^1/_4$ Stunde nach der Begattung, so ist die Spermatophore schon etwas angefressen, ihre Oberfläche etwas geglättet, die Ampullenlappen sind durchsichtig geworden, und in ihnen ist ein lebhaft orangerot gefärbtes Zentrum sichtbar, von dem ein feiner, ebenfalls orangefarbener Strang durch den Spermatophorenstiel ins Innere der weiblichen Genitalien führt. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß es sich um die eigentlichen Ampullen und ihre Ausführungsgänge handelt. An der caudalen Fläche der Ampullen bleibt längs der Linie, in der sie median zusammenstoßen, zunächst noch ein weißer Streif stehen.

Einige Stunden nach der Begattung sind die Ampullen noch durchsichtiger, ihre orangeroten Kerne noch leuchtender geworden. Bei der Größe der Spermatophore dieser Art läßt sich das allmähliche Schwinden der undurchsichtigen Massen aus den Ampullenlappen gut verfolgen.

Einen Medianschnitt durch eine frische Spermatophore zeigt Fig. 4, Taf. 3. Es zeigt sich, daß bereits bei ihr die „nuclei aurantiaci" vorhanden sind, verdeckt durch die dicke äußere Eiweißmasse der Ampullenlappen. Ferner zeigt uns der Schnitt noch, daß die Spermatophore mit kurzem gebogenem Stiel in der Vulva befestigt ist, aus der sich das ganze Gebilde leicht unverletzt auslösen läßt. Innere Kapseln fehlen. Somit ist zwar von außen gesehen die Spermatophore von *Ephippigera* der von *Locusta*

1) Orthoptera europaea, Leipzig 1853, p. 193.

außerordentlich ähnlich, aber im inneren Bau besteht ein wesentlicher Unterschied.

Während nach Bérenguier bei *E. terrestris* die Spermatophore vom Weibchen in wenigen Stunden verzehrt wird, kann diese Prozedur bei *E. limbata*, wie bei *Locusta caudata*, bis über 24 Stunden dauern. Dabei wird allmählich die ganze Masse der Spermatophore gefressen, nicht, wie es Fabre für *E. vitium* beschreibt, bis zum Vertrocknen und Herausfallen mit herumgetragen. Bei einem Weibchen fand ich etwa 24 Stunden nach der Begattung die Ampullen dadurch eröffnet, daß ihre orale Wand weggefressen war, während die hintere noch stand. Es liegt hier also ein ähnliches Verhalten vor wie bei *Locusta caudata*. Eine nach 24 Stunden herausgenommene Spermatophore wurde in Alkohol konserviert und in Xylol aufgehellt. Sie zeigte die Ampullen von einer doppelten Wand umgeben, von dem „Spermatophylax" waren nur noch halbtrockene Reste da, ebenso von den „Ampullenlappen". Dagegen war der Spermatophorenstiel mit den beiden Ausführungsgängen sehr gut zu sehen.

Es kann im ganzen gesagt werden, daß trotz innerlich verschiedenen Baues die Art der Abgabe der *Ephippigera*-Spermatophore wenig von dem bei der Gattung *Locusta* beschriebenen abweicht. Eigentümlich ist die Stellung, sowohl bei der Einleitung der Begattung, wobei das Männchen im Gegensatz zu denen anderer Locustiden-Arten seine Hinterleibsspitze dorsalwärts krümmt, wie bei dem eigentlichen Begattungsakt selbst, bei dem das Männchen mit dem Kopf nach hinten unter der Legeröhre des Weibchens hängt.

Zusammenfassendes über die Spermatophoren der Locustinen, Decticinen und Ephippigerinen.

Wenn wir die Spermatophoren der drei letztbesprochenen Subfamilien vergleichend betrachten, so können wir feststellen, daß bei den Locustinen und Decticinen zwei Paare von Hohlräumen vorhanden sind, bei *Ephippigera limbata* dagegen nur eines, während Vosseler [1]) für die Ephippigeride *Platystolus* einen akzessorischen Körper im

1) A. Vosseler, Beitr. zur Faunistik u. Biologie der Orthopteren Algeriens und Tunesiens, in: Zool. Jahrb., Vol. 17, Syst., 1903, p. 49 (Spermatophoren von Eugaster und Platystolus). Die Vosseler'schen Abbildungen sind im ersten Teil dieser Abhandlung, p. 487, kopiert.

Spermatophorenstiel beschreibt, der den „retortenförmigen Räumen" von *Decticus*, *Locusta* usw. vergleichbar zu sein scheint.

Fragen wir uns, welcher Teil der Spermatophore der Decticinen und Locustinen den Ampullen der Phaneropterinen, Meconeminen und Conocephalinen zu homologisieren sei, so möchte ich auf Grund der Vosseler'schen Feststellung an *Platystolus* und außerdem an der Hand eigener Schnittpräparate, die in Fig. 8—11, Taf. 3 zusammengestellt sind, der Meinung zuneigen, daß dies die äußeren, von mir als Ampullenlappen bezeichneten Körper seien. Hierfür habe ich folgende Gründe:

1. Die topographische Lage aller dieser Kapseln im Verhältnis zur Vulva des Weibchens, ferner die Art ihres Austrittes bei der Begattung ist überall gleich. Dies gilt insbesondere für die „Ampullenlappen" von *Locusta* und die von dicker Eiweißschicht umgebenen Ampullen von *Ephippigera limbata*.

2. Es finden sich Übergangsformen zwischen dem Typus mit einem und dem mit zwei Paar Hohlräumen. Abgesehen von *Platystolus* sehe ich einen solchen Übergangstypus in der Spermatophore von *Platycleis grisea* (Fig. 10, Taf. 3, Präparat von 1912), die sich von der von *Thamnotrizon cinereus* (Fig. 11) oder gar der des Gattungsgenossen *Platycleis roeseli* (Fig. 9) wesentlich unterscheidet. Während bei beiden letztgenannten Arten die Boldyrev'schen retortenförmigen und akzessorischen Hohlräume scharf getrennt sind, bildet der äußere (akzessorische) Raum bei *Ph. grisea* nur eine kappenförmige Umhüllung des weiten inneren Raumes. Ähnlich verhält sich *Rhacocleis*.

Ich möchte daher die Meinung äußern, daß uns *Platystolus* etwa lehren kann, wie der im Spermatophorenstiel enthaltene, in die Vulva eingesenkte Ausführungsgang der Ampullen Schlängelungen, Erweiterungen usw. erfahren kann, so daß schließlich ein Sperma führender (innerer) von einem wesentlich Eiweißmasse enthaltenden (äußeren) Raum gesondert wird. Bei *Ephippigera limbata* haben wir die außerhalb der Vulva gelegenen Ampullen selbst von einem dicken Eiweißmantel umgeben, der allmählich entleert wird, so daß nach dieser Entleerung die eigentlichen Samenkapseln in einem weiteren leeren kugelförmigen Raum suspendiert sind.

Ich meine daher, daß bei den Decticiden und Locustiden die inneren Kapseln sich als sekundäre Differenzierungen der ursprünglichen Ampullen entwickelt haben, die diesen ihre Funktion mehr und mehr abgenommen haben. Dabei meine ich, daß die Eiweiß-

massen der Ampullenlappen vielleicht mit dazu dienen könnten, während des Spermatophorenaustrittes das Sperma vor sich her in die inneren Kapseln zu drängen. Bestärkt werde ich in dieser Ansicht noch durch das Vorkommen weniger ausgeprägter terminaler Anschwellungen des Lumens im Ampullenstiel bei *Xiphidium* und noch geringerer bei *Meconema*.

Anhang. Die Spermatophoren der Mantiden.

Es wurde (l. c., p. 517) bereits der Befund Przibram's[1]) erwähnt, nach dem bei *Mantis religiosa* nach der Begattung eine Spermatophore in den Geschlechtsteilen des Weibchens sichtbar ist. Da deren Vorkommen bei anderen Orthopteren als den Locustiden und Grylliden von einem vergleichend-phylogenetischen Interesse für uns sein muß, so habe ich mir im Herbst 1913 Spermatophoren von *Mantis religiosa* L. und von *Ameles decolor* Charp. in Rovigno verschafft. Beide Arten sind leicht zur Copulation zu bringen, bei der, wie Przibram bereits schildert, das Männchen auf dem Weibchen sitzt und seinen Hinterleib von rechts her um die Hinterleibsspitze des Weibchens schlingt. Dabei muß, besonders bei *Ameles*, das männliche Abdomen eine sehr starke Krümmung beschreiben. Der hornige Penis des Männchens dringt nun von links her (das Männchen langt mit seinem Abdomen völlig um das des Weibchens herum) zwischen 9. und 10. Segment des Weibchens ein, dessen einem rinnenförmig zusammengelegten Blatt gleichende Subgenitalplatte ventral abwärts gedrängt wird. In den so entstehenden, tief klaffenden, frontalen Spalt der weiblichen Hinterleibsspitze zwängt das Männchen die seinige hinein und zwar so, daß die linke laterale Kante seines Rumpfes nach oben sieht. Der männliche Hinterleib ist also nicht nur schlingenförmig gebogen, sondern auch um seine Längsachse um ca. 90° gedreht. Während der Copulation hält das Männchen bei beiden Arten das Weibchen zwischen seine beiden geschlossenen Fangarme gepreßt. Das Weibchen von *Ameles* krümmt während der Copulation den Hinterleib etwas dorsalwärts. Bei *Mantis* dauert die Copulation, wie auch Przibram angibt, meist $2^1/_2$ Stunden, bei *Ameles* $1-1^1/_2$ Stunden.

Von *Ameles* werden 4, von *Mantis* 6 Copulationen beobachtet; nur in einem Falle wurde bei *Mantis* dem Männchen intra oder

1) Die Lebensgeschichte der Gottesanbeterinnen (Fang-Heuschrecken), in: Z. wiss. Insektenbiol., Vol. 3, 1907, p. 117, 146.

post coitum (die Begattung wurde nachts beendet) der Kopf und Prothorax von Weibchen abgefressen, was ich früher (1900) in Rovigno öfters gesehen hatte.

An der Hinterleibsspitze der Weibchen beider Gattungen war nach der Begattung von außen wenig besonderes zu sehen. Die Subgenitalplatte war noch ventralwärts abgebogen, und man konnte vermuten, daß dies durch einen in ihrem Innern verborgenen festen Gegenstand geschähe. Beim Auseinanderbiegen der Subgenitalplatte und der dorsal davon liegenden, hakenförmig gekrümmten Legeröhre sieht man die weißliche, mit einem undurchsichtigen weißen Kern versehene Spermatophore in der Vulva stecken.

Herauspräparierte Spermatophoren von *Mantis* zeigen außerordentlich unregelmäßige Begrenzung, eine Menge von Zacken und Fortsätzen, die auch in der von Przibram gegebenen Textfigur angedeutet zu sein scheinen. Das ganze Gebilde hat etwa die Größe eines Hanfkornes. Mir liegen zwei konservierte Exemplare vor, von denen die eine nur ganz unbedeutend größer ist als die andere. Der größte Durchmesser beträgt nicht ganz 3 mm. Jede Spermatophore besteht aus einer Kapsel, die das Sperma enthält und die von zwei Membranen umgeben ist: die innere Kapsel, die den Samenbehälter selbst begrenzt, ist außerordentlich unregelmäßig gestaltet; trotzdem läßt sich an ihr ein nach außen (caudal) gerichtetes stumpfes und ein orales, in zwei Hauptspitzen ausgezogenes Ende unterscheiden. Die größte dieser beiden Spitzen birgt den Ausführungsgang, der das Sperma in das Receptaculum des Weibchens zu leiten hat. Außer ihnen ist die Kapsel noch in einige unregelmäßige, stumpfere, kleinere Fortsätze ausgezogen.

An der Mündungsstelle des Ausführungsganges stoßen innere und äußere Haut der Spermatophore zusammen. Im wesentlichen wiederholt die äußere die mannigfachen Auszackungen der inneren, ihre äußere Oberfläche ist von einer dünnen unregelmäßig aufliegenden Schleimschicht überzogen. Fig. 5, Taf. 3 zeigt eine solche vergrößerte Spermatophore.

Etwas regelmäßiger gestaltet ist die Spermatophore von *Ameles decolor*, die naturgemäß viel kleiner ist als die von *Mantis*, etwa $1^1/_2$ mm lang. Das Ganze ist ein stumpf kegelförmiges Gebilde ohne die für die Spermatophore von *Mantis* charakteristischen zackigen Fortsätze. Auch hier besitzt der eigentliche, den Samen bergende Hohlraum eine doppelte Hülle, die aber hier durch einen geringeren Zwischenraum getrennt sind. Die etwas abgerundete und abgeschrägte

Spitze dieses Kegels wird sichtbar, wenn man die Legeröhre und Subgenitalplatte des Weibchens auseinanderbiegt, sie ragt dann nach außen hervor, während die Basis des Kegels in die Vulva eingesenkt ist, ähnlich wie das zweispitzige Spermatophorenende bei *Mantis*. Auch hier mündet der Ausführungsgang durch einen kurzen, stumpfen Fortsatz an der Basis des Kegels, und an dieser Stelle stoßen äußere und innere Membran der Spermatophoren zusammen.

Es ist mir durch Zufall nicht gelungen, die von Przibram beschriebene Ausstoßung der entleerten Spermatophore zu beobachten, weder bei *Ameles* noch bei *Mantis*, obwohl auf diesen Punkt geachtet wurde. Ich muß den richtigen Moment verpaßt haben, konnte aber auch in den Käfigen keine leeren Spermatophoren auffinden.

Die uns hier interessierende Frage ist naturgemäß die nach der Vergleichbarkeit der Mantidenspermatophoren mit denen der uns eigentlich nur beschäftigenden Familien der Grylliden und Locustiden. Zunächst sind alle drei Spermatophorentypen insofern vergleichbar, als sie neben einer Kapsel, die den Samen enthält, noch weitere Bildungen aufweisen, die als Hüllen, Befestigungsmittel usf. auftreten.

Meines Erachtens ist aber, wenn wir von diesen ganz allgemeinen Ähnlichkeiten absehen, nur ein Spermatophorentypus einigermaßen mit dem der Mantiden vergleichbar, nämlich der von *Gryllotalpa*, der im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich geschildert und abgebildet worden ist. Bei *Gryllotalpa* wie bei den Mantiden enthält eine äußere Membran in ihrem Innern die kleinere eigentliche, unpaare Samenkapsel, und nur an der Mündungsstelle des Ausführungsganges berühren sich beide. In der ganzen äußeren Form, in der Aufhängung der inneren Kapsel innerhalb der äußeren, vor allem aber in der sehr viel komplizierteren Ausgestaltung des Ausführungsganges bei *Gryllotalpa* weichen beide Formen voneinander ab. Immerhin meine ich, daß, wenn überhaupt eine Möglichkeit besteht, die Mantidenspermatophoren an die der Grylliden und Locustiden anzuknüpfen, dieser Punkt der Anknüpfung hier zu suchen ist. Es ist, wie mir wohl bewußt ist, ebensogut möglich, daß diese Vergleichbarkeit kein Beweis für einen genetischen Zusammenhang zu sein braucht, und ich bin weit entfernt davon, einen solchen zu behaupten. Nur möchte ich vor allem feststellen, daß die Spermatophorenformen der eigentlichen Grillen (*Gryllus*, *Nemobius*, *Oecanthus*) sich mit denen von *Mantis* ebensowenig in

den Einzelheiten ihres Aufbaues vergleichen lassen, wie die der Locustiden.

III. Besprechung der Ergebnisse.

1. Ergebnisse an Grylliden.

Wenn wir versuchen, aus dem bis jetzt vorliegenden Material die gewonnenen Ergebnisse zusammenzustellen, so ist zunächst festzustellen, daß für die Grylliden alle im ersten Teile dieser Abhandlung ausgesprochenen Folgerungen weiter zu recht bestehen. Neu beobachtet wurde *Oecanthus*, dessen Copulation und Spermatophore im wesentlichen keine Abweichungen von dem bei den Gattungen *Liogryllus*, *Gryllus* und *Nemobius* festgestellten Typus zeigen, mit einigen Ausnahmen: 1. Die Flügelhaltung von *Oecanthus*, durch die ein im Winkel zwischen Flügeln und Körper des Männchens gelegenes Drüsenfeld entblößt wird, erinnert einigermaßen an die vieler Locustidenmännchen, ohne daß dieser Ähnlichkeit eine tiefere Bedeutung zukommen müßte. 2. Die Copulation von *Oecanthus* hat ein ähnliches Nachspiel wie die von *Nemobius*; da nach dessen Beendigung die Spermatophore aus der Vulva entfernt wird, so wird zweifellos während seiner Dauer das Sperma ins Receptaculum des Weibchens geleitet. 3. Die Spermatophore, die mit einem Hinterfuß aus der Vulva genommen wurde, wird vom Weibchen gefressen. Dieser Modus ihrer Entfernung wurde bei anderen Grillen nicht beobachtet.

Im übrigen ist *Oecanthus* im Bau seiner Spermatophore und in der Ausführung der Copulation trotz seines locustidenähnlichen Habitus ein echter Gryllide, und die Hoffnung, bei ihm vermittelnde Eigenschaften zu finden, hat sich nicht erfüllt.

Die Sonderstellung, die *Gryllotalpa* unter den Grylliden im Bau ihrer Spermatophore einnimmt, bleibt weiter bestehen, so daß zwar bei den Grylliden im weiteren Sinne die gleiche Begattungsstellung (Weibchen auf dem Männchen sitzend) sich findet, aber zwei sehr verschiedene Spermatophorenformen vorkommen.[1])

1) An dieser meiner Auffassung wird wenig geändert durch die unmittelbar nach Fertigstellung dieser Arbeit erschienene Abhandlung Boldyrev's, „Die Begattung und der Spermatophorenbau bei der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa gryllotalpa L.)", in: Zool. Anz., Vol. 42, p. 592—605, worin er einen äußeren fadenförmigen Anhang der *Gryllotalpa*-Spermato-

Die soeben besprochene Vergleichbarkeit des gröberen Baues der *Gryllotalpa*- und Mantidenspermatophore könnte auf eine primitive Ausgangsform bei blattidenartigen Vorfahren hinweisen. Doch fehlen vorläufig hierfür festere Anhaltspunkte.

Wenn somit die Ergebnisse an Grylliden, wie sie im ersten Teile dieser Studie niedergelegt wurden, durch die neu hinzugekommenen Beobachtungen keine wesentlich andere Auffassung verlangen, so scheinen mir die neuen Untersuchungen an Locustiden für diese Familie eine ganze Reihe von neuen Gesichtspunkten zu ergeben.

2. Ergebnisse an Locustiden.

Es wird zweckmäßig sein, an diesem Orte noch einmal die Beobachtungen zusammenzustellen, die, soweit mir bekannt, über die Begattung und die Spermatophoren von Locustiden vorliegen. Dabei sollen zunächst die Formen mit bekanntem Copulationsmodus mit Angabe des Gewährsmannes, sodann die, von denen zwar die Spermatophore, nicht aber die Begattung bekannt ist, aufgeführt werden. Es zeigt sich dabei, daß ganz überwiegend europäische Arten beobachtet worden sind, dagegen über tropische Formen nur wenige Angaben, die noch dazu sehr unvollkommen sind, vorliegen.

1. Begattung und Spermatophore wurden beschrieben von:

Subfamilie	Art	Gewährsmann
Phaneropterini	*Barbitistes bérenguieri*	Bérenguier
	Isophya pyrenaeae	Bérenguier
	Orphania denticauda	Bérenguier
	Leptophyes punctatissima	Tümpel
	Leptophyes bosci	Tümpel
	Phaneroptera falcata	Tümpel
	Phaneroptera quadripunctata	Gerhardt
	Tylopsis liliifolia	Gerhardt (Spermatophore auch von Boldyrev)
Meconemini	*Meconema varium*	Tümpel
Conocephalini	*Conocephalus mandibularis*	Tümpel
	Xiphidium fuscum	Tümpel
Locustini	*Locusta caudata*	Tümpel
	Locusta veridissima	Bolivar, Fabre, Gerhardt

phore beschreibt, den ich nicht gesehen hatte. Inzwischen hat Herr Boldyrev mir liebenswürdigerweise ein Präparat übersandt, aus dem die Existenz dieses Fadens zweifellos hervorgeht. Ich werde anderen Ortes auf diesen Gegenstand näher eingehen. Br., 17. Januar 1914.

Subfamilie	Art	Gewährsmann
Decticini	*Decticus albifrons*	Fabre, Boldyrev
	Decticus verrucivorus	Rösel, Boldyrev, Gerhardt
	Platycleis roeseli	Boldyrev, Gerhardt
	Platycleis grisea	Gerhardt
	Thamnotrizon cinereus	Gerhardt
	Rhacocleis discrepans	Gerhardt
Ephippigerini	*Ephippigera vitium*	Fischer
	Ephippigera terrestris	Bérenguier
	Ephippigera limbata	Gerhardt
Stenopelmatini	*Diestrammena marmorata*	Baumgartner, Boldyrev, Gerhardt

2. Außerdem wurden Spermatophoren beschrieben von:

Subfamilie	Art	Gewährsmann
Phaneropterini	*Eurycorypha sp.*	Vosseler [1])
Decticini	*Olynthoscelis pontica*	Boldyrev
	Thamnotrizon dalmaticus	Gerhardt
Ephippigerini	*Platystolus pachygaster*	Vosseler
	Eugaster guyoni	Vosseler

Von europäischen Familien fehlen bisher bei dieser Übersicht die der Sagiden, die europäischen Stenopelmatiden und die Callimeniden. Unter den exotischen Familien ist wohl am meisten der Mangel an Beobachtungen an Gryllacriden zu bedauern.

Wenn wir die verschiedenen Copulationsmodi der daraufhin studierten Locustidenformen vergleichend betrachten, so wird zunächst die Einleitung der Begattung ins Auge zu fassen sein. Sie wird bei den mit Stridulationsorganen begabten Männchen durch Zirpen vorbereitet, das bei Berührung mit den Fühlern des Weibchens ausgelöst, aber auch vom Männchen, das fern vom Weibchen ist, als Lockmittel angewendet wird. Ist das Weibchen begattungsbereit, so wird deutlich diese Bereitschaft durch das Zirpen des Männchens gesteigert.

Bei *Meconema* ersetzt das Männchen, das kein Stridulationsorgan besitzt, das Zirpen durch ein lautes Trommeln mit der Hinterleibsspitze auf Blättern, bei *Tylopsis* antwortet das Weibchen dem zirpenden Männchen durch deutlich hörbares Stridulieren. Bei *Ephippigera*

1) J. Vosseler, Die Gattung Myrmecophana Brunner. Ihre hypertelische und Ameisennachahmung: in: Zool. Jahrb., Vol. 27, Syst., 1909, p. 157.

zirpt das Weibchen gleichfalls, aber, wie es scheint, weniger als Antwort auf den Ruf des Männchens.

Schon bei den Grylliden sahen wir (Teil I, p. 448), daß hier bei manchen Arten das Weibchen aktiv das Männchen besteigt (*Gryllotalpa*), während bei *Liogryllus* sich das Männchen mehr aktiv unter das Weibchen schiebt. Die größere Aktivität oder Passivität des Männchens bei den Locustiden hängt zum Teil mit der bei der Begattung eingenommenen, starken Modifikationen unterworfenen Stellung zusammen, die bei den Grylliden einheitlicher beibehalten wird. Dort sitzt immer das Weibchen auf dem ruhig auf dem Boden sitzenden Männchen, die Köpfe beider Tiere sind dabei immer gleich gerichtet.

Bei der Stenopelmatide *Diestrammena* lernten wir (Teil I, p. 458) ein ähnliches Verhalten des Männchens wie bei den Grillen kennen. Das Männchen schiebt sich in der Hauptsache aktiv unter das Weibchen, das aber zuweilen dem Männchen dabei seinerseits entgegenkommt. Wie bei den Grylliden das Weibchen vor, bei oder nach der Begattung das Abdomen des Männchens zu benagen pflegt, so auch das Weibchen von *Diestrammena* am Anfang und am Ende des Coitus. Wir finden dieses Verfahren bei allen Locustiden wieder, bei denen das Weibchen aktiv auf den Rücken des Männchens steigt, und konnten (l. c.) feststellen, daß in dem Reiz, den ein Secret auf der Dorsalfläche des männlichen Körpers auf das Weibchen ausübt, mit großer Wahrscheinlichkeit den Grund für dessen oft zu beobachtende Aktivität bei der Einleitung der Begattung zu sehen ist.

Unter den Locustiden, deren Cerci beim Männchen zu Haftorganen geworden sind, wird das Männchen bei den flügellosen Phaneropteriden (Odonturen), bei *Locusta*, den Decticiden und Ephippigeriden vom Weibchen bestiegen. Bei *Meconema* beleckt das Weibchen den weit ausgestreckten Hinterleib des Männchens, wird dann aber von diesem gewaltsam mit den Cerci ergriffen.

Eine vermittelnde Stellung nimmt *Tylopsis* ein. Hier schiebt das Männchen seine Hinterleibsspitze unter das hochaufgerichtete Weibchen, das die seinige senkrecht abwärts hält und auch wohl mit seinen Tastern und Vorderbeinen die Rückenfläche des männlichen Abdomens betastet, nicht aber das Männchen eigentlich besteigt.

Bei *Phaneroptera* dagegen erfaßt das Männchen von der Seite her das Weibchen, indem es die Zange seiner Cerci unter die weib-

liche Subgenitalplatte biegt. Noch auffallender ist ein ähnliches Verhalten bei den bisher beobachteten Conocephaliden.

Wo das Männchen vom Weibchen bestiegen wird, fallen naturgemäß die Sagittalebenen beider Tiere in eine gemeinsame Ebene. Im einfachsten Falle bleibt das Männchen, das das Weibchen auf seinem Rücken trägt, auf seiner Unterlage mit allen seinen Füßen sitzen. Soweit bisher bekannt, ist das, außer bei *Diestrammena*, nur bei den Odonturen der Fall, während das Männchen sonst eine mehr oder weniger starke Umbiegung unter dem Weibchen nach hinten ausführt. Bei den Decticiden erreicht diese Umbiegung einen relativ geringen Grad, der Winkel zwischen beiden Körpern beträgt noch nicht 90°, immer aber faßt das zweite Fußpaar an die Legeröhre des Weibchens, während das erste sich irgendwo festhält. Bei den Locustiden geht die Umdrehung des Männchens so weit, daß die Köpfe der Tiere entgegengesetzt gerichtet sind. Sie erfolgt, wie bei den Decticiden, nach der Vereinigung allmählich, nicht mit einem plötzlichen Ruck. Die beiden ersten Fußpaare verhalten sich wie bei den Decticiden. Bei den Ephippigeriden wird endlich das unter dem Weibchen sitzende Männchen durch eine purzelbaumartige Bewegung bei einem plötzlichen Sprung des Weibchens gewaltsam mit dem Kopf nach hinten geworfen, und seine 4 Vorderextremitäten erfassen dessen Legeröhre. Es wurde darauf hingewiesen, daß das zweite Fußpaar in allen diesen Fällen die Legeröhre dorsal in die Höhe drückt und so die Vulva erweitert.

Bei *Meconema varium* findet ein sehr ähnliches Sichüberschlagen des Männchens unter dem Weibchen statt, dessen Legeröhre aber hier nicht von den Füßen, sondern den Kiefern des Männchens ergriffen wird.

Bei *Tylopsis*, bei der das Männchen von vorn her aktiv das Weibchen ergreift, bleiben die Tiere mit ihren Sagittalebenen in einer Ebene stehen, das Weibchen lehnt sich immer stärker hintenüber, so daß beide Körper einen sehr stumpfen Winkel miteinander bilden.

Unter den Formen, bei denen das Weibchen von der Seite und von unten her vom Männchen ergriffen wird, dreht sich bei *Phaneroptera falcata* das Männchen so unter dem Weibchen herum, daß eine ähnliche Stellung wie bei *Ephippigera* zustande kommt, also das Männchen nach hinten gekehrt unter der Legeröhre hängt, die Sagittalebene ist beiden gemeinsam. Bei *Ph. quadripunctata*, deren Begattung sonst wie die der Gattungsgenossin verläuft, bleibt das

Männchen, obwohl es sich nach hinten wendet, an seiner Unterlage sitzen. Bei den Conocephaliden endlich sitzen die Tiere mit entgegengesetzt gerichteten Köpfen so, daß die etwas um die Längsachse gedrehten Hinterleiber einander zugekehrt sind, während die Füße jedes Partners ihre Unterlage festhalten. In den drei letztgenannten Fällen hält sich das Männchen nicht an der Legeröhre des Weibchens.

Es wird hier die Frage aufzuwerfen sein, wie wir uns das Zustandekommen dieser zum Teil komplizierten und seltsamen Begattungsstellungen bei den Locustiden vorzustellen haben, die in einem überraschenden Gegensatz zu der verhältnismäßig sehr einheitlichen Haltung der Grylliden stehen.

Wir können es als sicher annehmen, daß die fadenförmigen, fühlerartigen Cerci der Grylliden, Stenopelmatiden und Gryllacriden, die wir auch bei den meisten übrigen Orthopteren, insbesondere bei den Blattiden und Mantiden, antreffen, primitiver sind als die zu Greiforganen differenzierten der übrigen Locustiden. Deshalb werden wir auch den Modus der Vereinigung der äußeren Geschlechtsorgane, wie wir ihn bei den Formen mit fadenförmigen Cerci antreffen, für ursprünglicher halten müssen. Soweit diese Formen auf ihre Begattung hin bekannt sind, sitzt bei ihnen das Weibchen auf dem Männchen, das seine Unterlage nicht verläßt. Daher wird dies der ursprüngliche Begattungsmodus der Grylliden und Locustiden gewesen sein. Bei den Formen mit umgewandelten Cerci finden wir nun auch einen höheren Grad der Differenzierung der männlichen Subgenitalplatte, die in den meisten Fällen mit Styli versehen ist. Dadurch ergibt sich insofern eine Verschiebung der Tätigkeit der bei der Copulation als Haftorgane fungierenden Gebilde, als bei den Grylliden der Penis mit dem extrem entwickelten Titillator die Befestigung des Männchens am Weibchen bewirkt, während bei *Diestrammena* eigentlich eine solche nur durch die schon im Weibchen und noch im Männchen haftende Spermatophore vollzogen wird, den anderen Locustiden aber bereits in den festen, hakenförmigen Cerci ein Befestigungsmittel des Männchens am Weibchen gegeben ist. Es ist anzunehmen und zu hoffen, daß das Studium der Begattungsgewohnheiten anderer Stenopelmatiden und der Gryllacriden uns Übergänge zwischen dem sehr primitiven Verfahren von *Diestrammena* und dem anderer Locustiden kennen lehren wird. Vorläufig klafft hier eine Lücke.

Die als Greiforgane ausgebildeten Cerci, die eine Zange dar-

stellen, passen fast immer in zwei Gruben an der äußeren (ventralen) Fläche der weiblichen Subgenitalplatte, und zwar entweder (Locustiden, Decticiden, Ephippigeriden, *Xiphidium*) mit einem an ihrer medialen Kante vorspringenden Zahn oder (Phaneropteriden, *Conocephalus*) mit ihrer hakenförmig nach innen gebogenen Spitze selbst. Ein besonderes Verhalten zeigt *Meconema*, dessen lange Cerci im Leben sich niemals, wie dies oft abgebildet wird, kreuzen, sondern sich mit ihren Spitzen berühren und so eine weite Zange darstellen. Diese Zange umfaßt hier die ganze Dicke des an der Legeröhrenwurzel verjüngten weiblichen Hinterleibes.

In der Mehrzahl der Fälle wird nun der Kontakt der beiderseitigen Geschlechtsorgane noch dadurch hergestellt, daß die Styli der männlichen Subgenitalplatte und — wo vorhanden — die chitinöse Gabel des Titillators der ventralen Legeröhrenkante des Weibchens angelegt werden, so daß sie sie zwischen sich fassen, gewissermaßen auf ihr reiten. Das ist nun oft nur zu erreichen durch die erwähnte Umdrehung des Männchens, und in der Konfiguration von Titillator und männlicher Subgenitalplatte scheint mir ihre Hauptursache zu liegen. Daß auch bei den eines Titillators ermangelnden *Phaneroptera*-Arten eine Umdrehung des Männchens stattfindet, hängt mit dem ungewöhnlichen Modus des Spermatophorenaustrittes zusammen.

Ganz abweichend von dem von uns als ursprünglich angenommenen Verfahren und sicher sekundär erworben erscheint das Ergreifen des Weibchens durch das Männchen, ohne daß ein Besteigen stattfindet, bei *Phaneroptera* und den Conocephaliden. Hier ist der bei *Tylopsis* noch angedeutete vom Rücken des Männchens ausgehende Reiz, der das Weibchen veranlaßt, dieses zu belecken und zu benagen, vollständig weggefallen.

Für flügellose Formen wie die Odonturen, die den ursprünglichen Begattungsmodus, Männchen sitzend, Weibchen auf seinem Rücken, beibehalten haben, mag es wegen ihrer Verwandtschaft mit den abweichend verfahrenden geflügelten Phaneropteriden zweifelhaft sein, ob sie nicht sekundär wieder diesen Copulationsmodus erworben haben. Jedenfalls ergibt unsere Übersicht, daß die Zahl der modifizierten Fälle ganz wesentlich die der ursprünglichen überwiegt.

Was den Verlauf der Begattung angeht, so liegt deren Höhepunkt, wie aus dem Verhalten des Männchens zu ersehen ist, überall in der Ausstoßung der Ampullen der Spermatophore. Vorher ist ein Unterschied festzustellen zwischen den Formen mit und

ohne Titillator. Wo dieses Gebilde fehlt oder rudimentär ist (Stenopelmatiden, Phaneropteriden), wird unmittelbar nach dem Eingreifen der männlichen Cerci an die Subgenitalplatte des Weibchens der weichhäutige Penis vorgestreckt, und ohne daß er wieder eingezogen würde, treten aus ihm die Ampullen hervor, und zwar sowohl bei *Diestrammena* wie bei den Phaneropteriden nach sehr kurzer Zeit (ca. 1 Minute).

Bei den Locustiden, die einen wohlausgebildeten Titillator besitzen, wird dieser wohl immer während des ersten Teiles der Copulation unter abwechselndem Aus- und Einstülpen des Penis auf der innerhalb der durch das Abheben der weiblichen Subgenitalplatte geöffneten Vulva liegenden weichhäutigen Wurzel der Legeröhre hin- und herbewegt. Gleichzeitig legen sich die Warzen, die der Penis trägt, bei dessen Ausstülpung dicht in die Ecken der Vulva hinein. Durch diese Bewegungen wird sicher einerseits eine Reizung der weiblichen Organe bewirkt, andrerseits beim Männchen die Ausstoßung der Ampullen herbeigeführt.

Dieser Akt kündigt sich bei allen Locustiden durch erhöhten Turgor des Penis, vor allem durch das Hervortreten der eigentlichen männlichen Geschlechtsöffnung an. Die ausgiebigen Bewegungen von Penis und Titillator hören auf und werden durch raschere, rhythmische Preßbewegungen des ausgestülpten Organs abgelöst. Bei *Diestrammena* tritt fast gleichzeitig mit der unpaaren Ampulle eine paarige Secretmasse aus, die später den Kern der seitlichen Spermatophorenkugeln bildet; bei den übrigen Locustiden mit hakenförmigen Cerci treten paarige Ampullen hervor, die bei Decticiden, Locustiden und Ephipperiden von einem dicken undurchsichtigen Secretmantel umschlossen sind.

Sind die Ampullen erschienen, so werden sie bei allen Locustiden durch eine rasche Bewegung von hinten unten nach vorn oben mit ihrem Stiel, der beim Austritt nachfolgt, in die Vulva eingedrückt. Am ausgiebigsten ist diese Bewegung bei *Diestrammena*; bei *Ephippigera*, *Locusta* etc. ist sie schwerer wahrzunehmen, weil da die kurzen Cerci nur einen geringen Spielraum für sie lassen. Das vorher gar nicht am Weibchen befestigte *Diestrammena*-Männchen muß erst mit seiner Hinterleibsspitze die Vulva des Weibchens suchen.

Während bei dieser Gattung außer der unpaaren Ampulle zwei seitliche Secretkugeln und bei Locustiden, Decticiden und Ephippigeriden (*Platystolus*) außer komplizierten akzessorischen Gebilden des Spermatophorenstieles die eiweißhaltigen Ampullenmäntel mit den Samen-

behältern zusammen aus der männlichen Geschlechtsöffnung ausgeschieden werden, treten bei den Phaneropteriden, *Meconema* und den Coconocephaliden die Ampullen ohne besondere Hülle hervor.

Besondere schleimige Hüllmassen der eigentlichen Samenbehälter werden bei allen Locustiden produziert, doch existieren in der Art ihrer Abgabe wesentliche Unterschiede.

Bei dem ersten Typus, der die am häufigsten anzutreffende Form der Locustidenspermatophore darstellt, wird unmittelbar oder fast unmittelbar nach der Befestigung der Ampullen in der Vulva eine kompakte, einigermaßen oder sehr charakteristisch geformte Secretmasse abgesondert, die mit den Ampullen eng zusammenhängt und ventral und in der Hauptsache oral von ihnen gelegen ist. Der typische Hergang ist der, daß zwischen Cercis und Subgenitalplatte des Männchens die Ampullen hervorgetreten sind, daß nun an dem gleichen Ort die Secretmasse des „Spermatophylax" (Boldyrev) hervorzuquellen beginnt. Das kann so rasch und in so abgerundeter Form (*Decticus*, *Rhacocleis*) geschehen, daß der Eindruck erweckt wird, die ganze Spermatophore, Ampulle plus Hülle, werde als einheitlicher Körper ausgestoßen. Oder aber (*Locusta*, *Ephippigera*) das Secret dringt in enormen Massen langsam aus der männlichen Genitalöffnung hervor, diese oft weit zum Klaffen bringend.

Bei dem erwähnten Typus des Spermatophorenaustrittes, der sich auch bei *Leptophyes bosci* unter den Phaneropteriden findet, tritt die Secretmasse ventral von den Cerci des Männchens aus. Bei den geflügelten Phaneropteriden ist dies nicht der Fall. Bei *Tylopsis* treten zwar die Ampullen an der angegebenen Stelle aus, die Schleimhülle erscheint aber dorsal von den männlichen Cerci, in dem Winkel zwischen männlichem und weiblichem Abdomen. Das ist dadurch möglich, daß hier jederseits ein zipfelförmiger Fortsatz der männlichen Genitalschleimhaut hervorgestreckt wird. Bei den *Phaneroptera*-Arten streift das Männchen seine Cerci über die bereits befestigten Ampullen hinweg, die so, wie die dann austretende Spermatophorenhülle, dorsal von jenen zu liegen kommt.

Einen zweiten Typus weist *Leptophyes punctatissima* auf, bei der der Austritt der Spermatophorenhülle ventral von den Cercis des Männchens als die Secretion eines zähen ungeformten Schleimtropfens erfolgt, der langsam unter rhythmischen Kontraktionen des Abdomens ausgepreßt wird.

Bei den Conocephaliden werden die Ampullen außerordentlich tief in die Vulva eingesenkt. Bei *Xiphidium* erfolgt dieses

tiefere Einpressen der vorher auf normale Art ausgetretenen Ampullen erst während der Secretion der Schleimmassen. Hier legt das Männchen einen Schleimhautzipfel aus seiner Genitalöffnung jederseits von der Vulva der Seitenwand des weiblichen Hinterleibes an. Dabei sind seine Styli der Legeröhre angepreßt. Es tritt nun jederseits ein glasiger Schleimtropfen aus, der mehr und mehr wächst und zu einer Art Beule erhärtet.

Bei *Conocephalus* ist hiervon nichts zu bemerken, aber, wie auch bei *Meconema*, wird nach dem Einbringen der Ampullen der Hinterleib des Männchens noch lange kontrahiert, ohne daß größere Secretmassen sichtbar würden.

Während also bei den übrigen Locustiden dem Austritt der Ampullen in kurzer Zeit die Secretion voluminöser Schleimmassen folgt, zieht sich bei Conocephaliden und Meconemiden der auf jenen folgende Begattungsabschnitt bedeutend in die Länge. Das bedeutet einen dritten Begattungstypus.

Endlich stellt *Diestrammena* auch in bezug auf die Ausscheidung der Spermatophorenhülle einen Sondertypus dar.

Die Spermatophore selbst besteht bei allen Locustiden aus Ampullen und Hülle. Die Ampulle ist unpaar nur bei *Diestrammena*.

Bei Decticiden, Ephippigeriden und Locustiden sind besondere Ampullenmäntel, Ampullenlappen, vorhanden, die bald nach der Copulation durchsichtig werden, bei den Decticiden, Locustiden und *Platystolus* außerdem akzessorische Hohlräume (Boldyrev). — Die Hülle, Spermatophylax (Boldyrev), Spermatophragma (Cholodkowsky), ist, soweit sie als besonderer Körper geformt ist, immer oral und ventral von der Spermatophore gelegen, außer bei *Xiphidium*. Sie ist am voluminösesten bei *Tylopsis*, *Ephippigera* und *Locusta*, bei *Phaneroptera falcata* mit einem besonderen Stiel am Bauche des Weibchens befestigt und von den Ampullen gelöst. Bei *Leptophyes punctatissima* ist sie zähflüssig und ungeformt, bei *Xiphidium* ist sie paarig, hat keinen Zusammenhang mit den Ampullen und ist auf die Flanken des Weibchens verlagert, während in die Vulva nur eine kleinere Schleimmasse ergossen wird. Fast hüllenlos, nur mit dünner, glasiger Secretschicht überzogen, sind die Ampullen von *Meconema*. Gleichfalls wenig entwickelt ist die Hülle bei *Conocephalus*.

Da wir in *Diestrammena* eine Form mit primitiver, in *Meconema* und *Conocephalus* solche mit stark modifizierter Begattungsweise sehen, so wird bei den beiden letzten Gattungen die geringe Ent-

wicklung der Spermatophorenhülle kein primitives Merkmal zu sein brauchen, zumal die Ampullen auch hier paarig sind, also ihr Bau nicht auf einen Anschluß an niedere Formen hinweist.

Die Dauer der Begattung ist bei den einzelnen Gattungen und Arten sehr verschieden, die kürzeste beobachtete Zeit ist 3 Minuten bei Phaneropteriden, bei *Decticus* sind 8 Minuten die Regel, bei anderen Decticiden 20—40 Minuten, bei *Locusta caudata* über eine Stunde. Es soll daran erinnert werden, daß bei Grillen 1 Minute (*Oecanthus*) als Minimum, 4 Minuten (*Gryllotalpa*) als Maximum beobachtet wurde.

Bei Decticiden, Ephippigeriden und Locustiden verstreicht die Hauptzeit der Begattung bis zum Austritt der Ampullen; bei Conocephaliden und bei *Meconema* nimmt der darauf folgende Abschnitt die längste Zeit in Anspruch.

Bei *Conocephalus* konnte (vielleicht, weil das Tier erschreckt war) ein Verzehren der Spermatophore durch das Weibchen nicht gesehen werden. Sonst fressen alle Locustiden-Weibchen (und wahrscheinlich unter normalen Umständen auch das von *Conocephalus*) mindestens die Schleimhülle, meist aber (außer *Phaneroptera falcata*) auch die Ampullen nach deren Entleerung auf. Auch *Meconema*, dessen Spermatophore fast hüllenlos ist, frißt sie bald nach der Copulation auf.

Daß der schon bei Grillen angedeutete oder vorhandene Freßinstinkt des Weibchens bei Locustiden festere Form angenommen hat, hat zu einer biologischen Besonderheit dieser Familie geführt. Boldyrev sieht in dem Schutze des Spermas vor diesem Freßinstinkt, solange es noch nicht in das Receptaculum des Weibchens gelangt ist, die Bedeutung der Spermatophorenhülle, für die er deshalb den Namen Spermatophylax vorschlägt. Immerhin ist es, wie *Meconema* zeigt, auch sehr wohl möglich, daß der Freßinstinkt des Weibchens in vollem Umfang besteht und befriedigt wird, ohne daß ein eigenes, als Spermatophylax zu bezeichnendes Gebilde existierte. Bei lange dauerndem Vereinigtbleiben der Geschlechter nach der Befestigung der Ampullen kann noch während der Copulation das Sperma aus den Ampullen in das Receptaculum des Weibchens gelangen, so daß dann die Spermatophore fast unmittelbar nach der Beendigung der Copulation gefressen werden kann. Auch bei manchen Grylliden (*Oecanthus*, *Gryllotalpa*) wird die Spermatophore nur 10—20 Minuten vom Weibchen getragen.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß die oft enorme Ausbildung des

Spermatophylax in engstem Konnex mit der Ausbildung des Freßinstinkts der Weibchen steht. Desto überraschender sind solche Fälle, in denen das weibliche Tier nur einen sehr geringen Teil der Spermatophore frißt und den Rest tagelang mit sich herumträgt, bis er abfällt (*Phaneroptera falcata*, *Ephippigerum vitium* nach Fabre). Besonders merkwürdig liegt der Fall von *Xiphidium*, wo die zum Fressen bestimmten Schleimmassen räumlich von den Ampullen weit getrennt sind.

Soweit bisher bekannt, reißen nur einige Decticiden (*Decticus*, *Rhacocleis*, wahrscheinlich *Platycleis grisea*) den gesamten Spermatophylax auf einmal ab und zerkauen ihn allmählich. *Xiphidium* nimmt jede der paarigen Schleimmassen in toto ab und verfährt damit ebenso, sonst wird wohl überall die Spermatophorenmasse in kleinen Portionen gefressen.

Die Tatsache, daß auch bei Grylliden, wenn auch weniger regelmäßig, der Instinkt der Weibchen, sich der leeren Spermatophore durch Auffressen zu entledigen, vorkommt[1]), könnte darauf schließen lassen, daß bereits die gemeinsamen Vorfahren von Grylliden und Locustiden ihn besaßen. Es wäre wünschenswert, daß über das Verhalten der Grillenweibchen in diesem Punkte weitere Beobachtungen angestellt würden.

Hier muß auch noch einmal auf die im ersten Teile dieser Studie bereits erörterte Frage nach der ein- oder mehrmaligen Begattung der Locustiden eingegangen werden. Es kann nicht mehr zweifelhaft sein, daß bei den meisten Gattungen und Arten mehrmalige Begattung vorkommt. Ich habe sie mit Sicherheit beobachtet bei den Gattungen *Leptophyes*, *Phaneroptera*, *Decticus* und *Diestrammena* für beide Geschlechter, für *Xiphidium* und *Locusta* für die Männchen. Nur einmalige Begattung würde nach Bérenguier für *Isophya* feststehen; ich halte für möglich, daß sie bei *Conocephalus* die Regel ist.

Wenn also auch sicherlich die mehrmalige Begattung für beide Geschlechter bei den Grillen in viel ausgedehnterem Maße vorkommt als bei den Locustiden, so wird sie doch auch in dieser Familie zweifellos bei einer großen Reihe von Gattungen ausgeübt.

Schließlich möchte ich hier noch die Jahres- und Tageszeiten angeben, an denen ich meine Beobachtungen anstellte.

1) Nach Boldyrev's Beobachtungen frißt auch das Weibchen von *Gryllotalpa* die Spermatophore auf. (Anm. w. d. Korr.)

Grylliden.

Art	Monat	Tageszeit	Fundort
Liogryllus campestris	Juni, Juli	mehrmals am Tage	Breslau
Gryllus domesticus	Das ganze Jahr	mittags	Quedlinburg (an vielen Orten ausgerottet)
Nemobuis sylvestris	Aug., Sept.	vorm., nachm.	Gamburg a. T.
Oecanthus pellucens	Okt.	nach Eintritt der Dunkelheit	Rovigno
Gryllotalpa vulgaris	Mai, Juni	abends, nach Eintritt der Dunkelheit	Breslau

Locustiden.

Art	Monat	Tageszeit	Fundort
Leptophyes punctatissima	Aug., Sept.	vorm., nachm.	Gamburg a. T.
Leptophyes bosci	Sept.	nachm.	Monte Maggiore
Phaneroptera falcata	Aug., Sept.	nachm. auch morgens	Gamburg a. T.
Phaneroptera quadripunctata	Okt.	später Nachm.	Rovigno
Tylopsis liliifolia	Sept., Okt.	Vor- und früher Nachm.	Rovigno, Ragusa, Mostar
Meconema varium	Aug.	nachts	Hökendorf
Xiphidium fuscum	Sept., Okt.	nachm. u. abends	Rovigno
Conoccphalus mandibularis	Sept.	nachm. u. abends	Rovigno
Locusta caudata	Juli	abends	Oswitz bei Breslau
Locusta viridissima	Juli, Aug.	nachm., abends	Gamburg a. T., Hökendorf
Decticus verrucivorus	Juli, Aug.	vorm.	Hökendorf, Breslau
Platycleis roeseli	Juli bis Sept.	vorm.	Breslau, Hökendorf
Platycleis grisea	Aug.	vorm.	Gamburg a. T.,
Thamnotrizon cinereus	Aug., Sept.	nachm.	Gamburg a. T., Hökendorf
Rhacocleis discrepans	Sept.	nach Eintritt der Dunkelheit	Rovigno
Ephippigera limbata	Sept., Okt.	vorm.	Monte Maggiore, Rovigno
Diestrammena marmorata	das ganze Jahr	Dämmerung und Dunkelheit	eingeschleppt in Warmhäusern

3. Allgemeine Ergebnisse.

Wenn ich mir auch wohl bewußt bin, daß es mir nicht gelungen ist, die Copulation und noch weniger den Bau der Spermatophoren bei Locustiden und Grylliden auf eine gemeinsame Basis zurück-

zuführen, so scheint mir doch in diesem negativen Ergebnis immerhin eine Feststellung zu liegen, die in ihren Schlußfolgerungen lehrreich ist.

Die Begattung von Grylliden und Locustiden bietet zweifellos viel Gemeinsames. Aber es sind verschiedene Entwicklungsrichtungen eingeschlagen worden. Die primitive Begattungsstellung ist von den Grylliden konsequenter beibehalten worden als von den Locustiden, die mit der Differenzierung der Cerci und der Subgenitalplatte beim Männchen, also mit morphologischen Fortschritten, biologische Veränderungen eingehen mußten.

Lassen sich aber bei den Locustiden unter Berücksichtigung tatsächlich vorhandener vermittelnder Formen diese Modifikationen der Begattungsstellung, der Verwendungsweise der Anhangsgebilde des Hinterleibes beim Männchen etc. mit dem primitiveren Verhalten der Grylliden unschwer in Zusammenhang bringen, so ist eine solche Zurückführung bedeutend schwerer in bezug auf den Bau der Spermatophoren.

Wir hatten früher drei Spermatophorentypen, die der *Gryllotalpa*, der echten Grillen, inkl. *Oecanthus*, und der Locustiden, unterschieden. Eine Vergleichung mit *Mantis*- und *Ameles*-Spermatophoren ergab wenig Positives, da dort weniger spezialisierte Gebilde vorliegen. Die drei Typen unter sich scheinen nur sehr allgemein vergleichbar. Unpaar sind die Samenbehälter in den Spermatophoren der Formen mit wenig differenzierten männlichen Cerci, der Grylliden und der von *Diestrammena*. Darin liegt vielleicht ein verwertbarer Hinweis. Im übrigen sind aber alle Locustidenspermatophoren Entwicklungswege gegangen, die sie von denen der Grylliden weit entfernt haben, und eigentlich verbindende Formen stehen noch aus.

Werden solche Formen zu finden sein? Die Antwort hierauf ist vorläufig nicht zu geben, aber es kann nur immer wieder auf die Fülle der tropischen Formen hingewiesen werden; was bei dieser unendlichen Menge unerschlossenen Materiales noch zutage gefördert werden kann, läßt sich gar nicht abschätzen.

Daß die beiden nahe verwandten Familien der Grylliden und Locustiden in bezug auf die Ausgestaltung ihrer Spermatophoren so verschiedene Wege eingeschlagen haben, weist vielleicht auf eine frühe Trennung beider hin. Gerade bei der scharfen Ausprägung der trennenden Charaktere würde das Auffinden von etwaigen vermittelnden Spermatophorenformen für die Phylogenie der beiden so

ähnlichen und doch so divergent entwickelten Orthopterenfamilien sicher von weittragender Bedeutung sein.

Breslau, 29. Oktober 1913.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Fig. 1 u. 2. Momentaufnahmen von *Ephippigera limbata* während der Begattung, aufgenommen von Herrn L. Pohl.

Fig. 1. Stellung vor dem Austritt der Spermatophore.

Fig. 2. Austritt der Ampullenlappen beendet.

Fig. 3—11. Photogramme von Locustidenweibchen mit Spermatophore. Aufnahmen in ca. $1^1/_2 : 1$, angefertigt von Herrn Priv.-Doz. Dr. Pax. Alle Tiere waren unmittelbar nach der Begattung konserviert worden, alle Spermatophoren sind unverletzt. Formolpräparate.

Fig. 3. *Leptophyes bosci* Fieb.

Fig. 4. *Tylopsis liliifolia* Fab.

Fig. 5. *Meconema varium* Fab.

Fig. 6. *Conocephalus mandibularis* Charp.

Fig. 7. *Xiphidium fuscum* Fabr. a) seitliche, b) ventrale Ansicht.

Fig. 8. *Decticus verrucivorus* L.

Fig. 9. *Thamnotrizon cinereus* L.

Fig. 10. *Rhacocleis discrepans* Fieb.

Fig. 11. *Ephippigera limbata* Fisch.

Tafel 2.

Fig. 1. *Locusta caudata* Charp. } Weibchen mit Spermatophore wie
Fig. 2. *Locusta viridissima* L. } Fig. 3—11 der vorigen Tafel.

Fig. 3—7. Schematische Darstellung von Begattungsstellungen. Nach Skizzen des Verfassers, die nach dem Leben entworfen waren, gezeichnet von Herrn L. Pohl. ♂ rot, ♀ schwarz, Spermatophore punktiert.

Fig. 3. *Oecanthus pellucens* Scop.

Fig. 4. *Tylopsis liliifolia* Fab.

Fig. 5. *Meconema varium* Fab.

Fig. 6. *Conocephalus mandibularis* Charp. (kaum schematisiert).

Fig. 7. *Thamnotrizon cinereus* L.

Fig. 8. Hinterleibsenden des ♂ und ♀ von *Locusta caudata* Charp. während der Begattung vor dem Austritt der Spermatophore. *c* Cerci des Männchens. *p* Penis. *ls*♂ seine Subgenitalplatte. * Ort der männlichen Geschlechtsöffnung. *t* Titillator. *w* Schleimhautwarzen des Penis. *ovd* Legeröhre. *v* Grund der Vulva. *ls*♀ Subgenitalplatte des Weibchens.

Tafel 3.

Sämtliche Figuren, nach Präparaten des Verfassers von Fräulein Helene Limpricht gezeichnet, sind nicht schematisiert.

Fig. 1—5. Gezeichnet mit dem Zeiss'schen Präpariermikroskop.

Fig. 1. Spermatophore von *Oecanthus pellucens* Scop. in der Vulva des Weibchens. Ventralfläche nach oben orientiert. Unter der Spermatophore die Legeröhre, darunter Subanalklappe und Cerci. 32 : 1.

Fig. 2 u. 3. Spermatophore von *Meconema varium* Fab.

Fig. 2. Spermatophore in der Vulva. Orientierung wie in der vorigen Figur. Links Subgenitalplatte, rechts Legeröhrenwurzel. Konserv. Formol, unmittelbar post coitum. 32 : 1.

Fig. 3. Sagittalschnitt, unmittelbar neben der Medianebene durch ein gleiches Präparat. Orientierung mit der Bauchfläche nach unten. Oben der kotgefüllte Enddarm, in der Mitte Receptaculum seminis, unten Spermatophore mit Ausführungsgang der einen Ampulle, der eine terminale Erweiterung trägt. Im Receptaculum ein weißer kugliger Spermaklumpen. 16 : 1.

Fig. 4. Medianschnitt durch die frisch konservierte Spermatophore von *Ephippigera limbata* Fisch. Unten homogene Hüllmasse, oben die durch den linken Ampullenlappen rot durchscheinende linke Ampulle. Rechts oben der Spermatophorenstiel. 16 : 1.

Fig. 5. Spermatophore von *Mantis religiosa*, Formolpräparat, in Alkohol konserviert. 16 : 1.

Fig. 6—11. Medianschnitte durch Locustidenweibchen mit Spermatophore. Formolpräparate. Rasiermesserschnitte, Lupenvergrößerung. 3 : 2.

Fig. 6. *Conocephalus mandibularis* Charp.

Fig. 7. *Xiphidium fuscum*.

Fig. 8. *Locusta viridissima* L.

Fig. 9. *Platycleis roeseli* Hagenb. } Spermatophylax (Hülle)
Fig. 10. *Platycleis grisea* Fabr. } entfernt.

Fig. 11. *Thamnotrizon cinereus* L.